



Departamento de Engenharia Electrotécnica

Programa de monitorização para apoio a doentes domiciliados

Ricardo José Fernandes Pereira

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores.

Orientador Científico: Prof. José Manuel Matos Ribeiro da Fonseca

LISBOA

2008

Agradecimentos

Agradeço aos orientadores Prof. Doutor José Manuel da Fonseca e Mestre André Mora por todo o conhecimento transmitido e ajuda prestada ao longo do projecto.

Sempre importantes, não só na elaboração desta tese como em todo o percurso académico, um sentido agradecimento aos meus pais, Gil Pereira e Olívia Pereira, que nunca deixaram de acreditar que seria possível chegar a este ponto, mesmo quando diversas adversidades se atravessaram no nosso caminho.

Ao longo do curso sempre presentes, os colegas de curso com o seu apoio fundamental, com um enorme espírito de entreajuda.

Resumo

Existem duas faixas etárias que requerem naturalmente cuidados extra, a mais jovem e a mais idosa. Com o aumento da esperança média de vida que se tem vindo a registar, passou também a existir uma maior sensibilidade para a criação de ferramentas que permitam melhorar e controlar a qualidade de vida dos idosos. Os constantes avanços tecnológicos permitem agora a existência de sistemas de monitorização no conforto e segurança do próprio lar, evitando o recurso ao internamento hospitalar. Os projectos de monitorização têm neste campo muita margem para desenvolvimento, servindo como ponte de ligação entre o estado de saúde do paciente e uma unidade de assistência hospitalar. O envio de dados vitais obtidos por sensores poderá, após devida triagem dos dados, resultar numa mais rápida e eficaz assistência ao paciente, e como neste campo cada segundo é fundamental, uma rapidez no despoletar de um alarme poderá ser o suficiente para evitar um mal maior. O programa implementado permite a monitorização em tempo real através do uso da Internet, facilitando assim o acesso aos dados recolhidos pelo diverso hardware de recolha de dados tais como dados vitais e posicionais de um paciente, podendo assim ser detectadas variações perigosas de sinais e permitindo que esta informação chegue atempadamente a quem poderá despoletar as ajudas e meios necessários para o socorro deste paciente.

Abstract

It is well known that the oldest and youngest age groups require from us an extra care. As the average hope of life increases, the sensitivity to the creation of utilities that allows a better life quality for the older generation has also grown.

The technological advance allows now the existence of remote monitoring systems that prevent the necessity of taking a patient to a medical facility.

The monitoring systems have a large edge to grow, once that we still need to have less abusive systems. The use of several sensor devices which send information to a computer that works on the data received and return a result in a short period of time, can provide a faster assistance to someone who is looking for care.

This project was created in order to improve the remote patient monitoring, acquiring data almost in real time and also giving the opportunity for the viewer to locate and analyse the patient vital signals all over the world. This remote patient monitoring using a GPS system allows the viewer to send the required medical help as soon as possible and, as it's medical care each second counts, this could be very useful.

Lista de Acrónimos

[A.1] – **ISIS** - *Intelligent Sensorial Information Systems* – Entidade de investigação pertencente à FCT – UNL

[A.2] – **GPS** – *Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global

[A.3] - **IP** – *Internet Protocol* – Protocolo de comunicação através da rede

[A.4] - **WWW** – *World Wide Web* – Rede de internet mundial

[A.5] - **HTML** – *HyperText Markup Language*– Linguagem de marcação para codificação de documentos para a internet.

[A.6] - **ASP** – *Active Server Pages* – Estrutura de programação em script e HTML

[A.7] - **API** – *Application Programming Interface* – Interface que permite a utilização de uma aplicação noutras.

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Projecto I-Garment	15
Figura 2.2 – Projecto Smart Wearables para a área da saúde	16
Figura 2.3 – Ecrãs da aplicação MedInformatix	17
Figura 2.4 – a) Turtle 400 b) Turtle 800 c) Wound Care Field Kit d) Kiosk	18
Figura 2.5 – Projecto CommTechWireless Senior Living	18
Figura 2.6 – Ecrãs de configuração do sistema de monitorização IAM.	19
Figura 3.1 – Locais de medição do pulso.	22
Figura 3.2 – Coração Humano.	25
Figura 3.3 – Ciclo Cardíaco.	26
Figura 3.4 – Gráfico da variação da tensão arterial com a idade.	27
Figura 3.5 – Curvas características (Resistência vs Temperatura) dos termistores dos tipos PTC e NTC.	34
Figura 3.6 – Ponte de Wheatstone.	38
Figura 3.7 – Ilustração do efeito de Hall. a) Corrente distribuída uniformemente pelo condutor ($V = 0$). b) Campo magnético induzido no condutor, a corrente distribui-se de modo irregular, surgindo uma tensão entre os extremos do condutor c) Campo magnético invertido, invertendo também a tensão	39
Figura 3.8 – Ponte de Wheatstone desequilibrada. A tensão de saída dependerá do sentido do campo magnético incidente	40
Figura 3.9 – Sequência do funcionamento de um acelerómetro de transferência de calor	41
Figura 3.10 – Ideia de um sistema de partilha de ficheiros	44
Figura 4.1 – Estrutura do sistema de monitorização	55
Figura 4.2 – Esquema do modelo de dados da aplicação.	56
Figura 4.3 – Fluxograma das funcionalidades da aplicação de monitorização.	59
Figura 4.4 – Página de entrada da aplicação.	60
Figura 4.5 – a) Página de registo de utilizador b) Página de login.	60
Figura 4.6 – Página de registo de novo utilizador.	61
Figura 4.7 – Página de registo de novo utilizador, dados pessoais.	62
Figura 4.8 – Módulo de login e falha de login.	63

Figura 4.9 – Página principal após o login.	63
Figura 4.10 – a) Dados Pessoais, b) Dados Clínicos.	64
Figura 4.11 – Página de medições obtidas.	65
Figura 4.12 – Botões com funções na página de medições obtidas.	66
Figura 4.13 – a) Introdução de regras simples b) Introdução de regras compostas.	66
Figura 4.14 – Lista de dados obtidos já armazenados na base de dados.	67
Figura 4.15 – Gráficos elaborados com base nos dados registados na base de dados.	67
Figura 4.16 – Menu de funcionalidades disponíveis.	68
Figura 4.17 – Página de posicionamento GPS.	68
Figura 4.18 – Página de percurso recorrendo a coordenadas GPS.	69
Figura 4.19 – Página principal de acesso através de login de administração.	70
Figura 4.20 – Excerto da página principal, espaço atribuído a um paciente no conjunto de pacientes por administrador.	71
Figura 4.21 – Excerto da página principal, resumo dos estados de todos os utilizadores a cargo deste administrador.	71
Figura 4.22 – Página de localização de pacientes global.	72
Figura 4.23 – Google maps API imagem de apresentação.	73
Figura 4.24 – Google maps API imagem com o uso de linhas para definir trajectos.	74
Figura 4.25 – Gráfico API, exemplo de duas medições e a respectiva representação gráfica.	75

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 – Valores médios de batimentos por minuto e limites normais por idade.	23
Tabela 3.2 – Limites de tensão arterial(diastólica) e a respectiva categoria.	28
Tabela 3.3 – Limites de tensão arterial(sistólica) e a respectiva categoria.	28

Índice

Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract.....	5
Lista de Acrónimos.....	6
Lista de Figuras	7
Lista de Tabelas.....	9
Índice	10
1. Introdução.....	12
1.1 Motivação	12
1.2 Contexto	12
1.3 Objectivo	12
2. Estado da arte	13
2.1 Projectos de Software de monitorização	14
2.2 Análise e Conclusões.....	21
3. Fundamentos Teóricos.....	22
3.1 Batimentos Cardíacos	22
3.2 Temperatura.....	30
3.3 Movimento	36
3.3.1 Princípio de Funcionamento do Acelerómetro.....	37
3.3.2 Tipos de Acelerómetros.....	38
3.4 Internet.....	43
3.5 HTML.....	44
3.6 JAVASCRIPT e VBSCRIPT	50
3.7 CSS	55
4. Projecto do Sistema	57
4.1 Estrutura Geral.....	57
4.2 Descrição do sistema	58
4.2.1 Base de Dados	59
4.2.2 Interface Gráfica	61
4.3 Descrição da aplicação de interface com o utilizador	63

4.3.2 Apresentação dos sinais a monitorizar	76
5. Avaliação de Resultados.....	79
6. Conclusões e Perspectivas Futuras	80
6.1 Conclusões.....	80
6.2 Perspectivas Futuras	81
7. Referências	82
8. Anexos.....	84

1. Introdução

1.1 Motivação

Um dos factores com maior influência no desenvolvimento deste projecto consiste na utilidade que este poderá ter para a sociedade, com foco na faixa etária idosa que apresente maiores cuidados de saúde.

A criação de um hardware que pudesse monitorizar os dados vitais de um paciente seria uma grande vantagem e os avanços tecnológicos permitem, para além da obtenção dos dados, o seu tratamento, e por fim a sua disponibilização ao utilizador.

A disponibilização dos dados é um factor crucial para que todo o processo tenha sucesso, uma vez que a obtenção de dados por si só não proporciona nenhuma vantagem adicional. Assim, aliado a um projecto de desenvolvimento de um hardware capaz de capturar dados vitais, produto este que era do interesse do *Institute of Applied Software Engineering do Fraunhofer Institute*, na Alemanha, os índices de motivação foram aumentados. Contribuir para uma causa como a salvação de vidas humanas é um impulsionador automático para o empenho num projecto desta envergadura.

1.2 Contexto

Este trabalho surge como complemento a uma sequência de projectos anteriormente já desenvolvidos pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, no âmbito de um equipamento de monitorização de pacientes cujo risco de vida é elevado. A entidade responsável pela execução deste equipamento, (ISIS [A.1]), encaminhou a sua pesquisa para desenvolver um equipamento que com capacidades de monitorização em tempo real permitisse detectar, em tempo útil, possíveis variações de estado de um paciente. A permanente monitorização de vários pacientes implica uma estrutura de dados bastante complexa, e um interface simples era o desafio ao qual surgiu como resposta o programa de suporte criado ao qual foi chamado de LSM – Life Support Monitoring, fazendo a ponte entre o hardware e o utilizador comum deste equipamento.

1.3 Objectivo

Com esta tese pretende-se o desenvolvimento de um sistema que disponibilize a informação obtida por um equipamento em tempo real, mostrando os dados vitais obtidos pelo aparelho. Uma vez que a informação médica não pode nem deve ser interpretada por pessoas não especializadas no assunto, o software destina-se principalmente a entidades clínicas e centros hospitalares que pretendam monitorizar os seus pacientes de forma remota, não obrigando estes ao internamento, o que facilita a vida dos pacientes, bem como a gestão do hospital. Por outro lado, a vertente simplista presente em todo o software permite que este seja utilizado por qualquer pessoa, uma vez que é possível uma pessoa não especializada em situações clínicas crónicas verificar uma situação de alarme. Assim sendo, este trabalho abrange uma vasta área, desde os centros clínicos ao familiar ou amigo que pretende uma maior vigilância sobre alguém que necessite de um acompanhamento personalizado de acordo com os seus problemas clínicos.

Pretendia-se que o equipamento fosse constituído por duas unidades distintas, para utilização dentro de casa (Interior) e uma para que funcionasse fora de portas (Exterior). Nesta primeira fase o equipamento apenas contempla a versão interior, contudo, e com base na linha de projecto inicial, o software criado encontra-se disponível para suportar as duas vertentes, tratando os dados recebidos e utilizando valores standard para complementar a componente exterior.

Os campos registados dividem-se em dois conjuntos sendo o ritmo cardíaco, temperatura e movimento, dados obtidos pelo equipamento e humidade, coordenadas x,y e temperatura ambiente, valores que deveriam ser obtidos pelo sistema GPS [A.2].

Perante este cenário, os objectivos estabelecidos distinguem-se em dois níveis:

- Interface em tempo real com o hardware;
- Análise e visualização dos dados obtidos.

2. Estado da arte

Existe uma crescente preocupação com a segurança e a saúde que, aliadas ao constante desenvolvimento da tecnologia, têm impulsionado diversos investimentos nestas áreas. Os sistemas de vigilância e prevenção remota de pacientes estão em grande plano, e com as tecnologias wireless cada vez mais acessíveis tecnologicamente/financeiramente, um sistema de monitorização remota é uma boa solução para pacientes que apresentem uma situação clínica de risco moderado. Por outro lado, a Internet é hoje um canal de comunicação privilegiado, acessível a todos, e utilizado para fins diversos pelo que, um sistema de monitorização com interface Web preenche o conjunto de necessidades e benefícios que a sociedade necessita.

2.1 Projectos de Software de monitorização

2.1.1 Alert:

Esta empresa, vocacionada em software, lançou uma gama de produtos direccionada para serviços de saúde. A gama de produtos contempla as diversas áreas associadas à saúde, hospitais, centros clínicos e software de obtenção e análise de dados. Os sistemas Alert são os seguintes:

O ALERT® PAPER FREE HOSPITAL (ALERT® PFH) é uma solução para informatização integral de hospitais, que possibilita o registo, a interligação, a reutilização e a análise de toda a informação relacionada com a realidade clínica hospitalar, substituindo a utilização de papel na gestão de utentes.

O ALERT® ELECTRONIC HEALTH RECORD (ALERT® EHR) regista, arquiva e interrelaciona a informação clínica de cada utente, incluindo a de outras aplicações e entidades, integrando a história clínica de cada paciente. Permite ainda a redução da utilização de papel, contudo o objectivo primordial é a monitorização do paciente.

O ALERT® EMERGENCY DEPARTMENT INFORMATION SYSTEM (ALERT® EDIS) é uma solução completa para Serviços de Urgência Hospitalar possibilitando o registo,

a interligação, a reutilização e a análise de toda a informação relacionada com cada episódio de urgência.

O ALERT® OUTPATIENT é um software clínico para Serviços de Consulta Externa hospitalar. Em conjunto com o ALERT® ELECTRONIC HEALTH RECORD possibilita, em tempo real, o registo, consulta e análise de dados clínicos, dentro e fora dos episódios da consulta, permitindo aumentar a eficácia dos Serviços de Consulta Externa através do "tracking" dos dados clínicos e tarefas em curso, dentro e entre episódios, além do registo rápido e intuitivo da actividade clínica.

O ALERT® INPATIENT é um software clínico para Serviços de Internamento Hospitalar que permite documentar, interligar e reutilizar toda a documentação relacionada com cada episódio de internamento.

O ALERT® OPERATING ROOM INFORMATION SYSTEM (ALERT® ORIS) é um software clínico e de gestão para Bloco Operatório.

O ALERT® PRIVATE PRACTICE é um software destinado à informatização de clínicas e consultórios médicos fazendo com que seja possível registar e consultar a ficha individual de cada doente, incluindo informação documentada noutras instituições.

O ALERT® P1, para a marcação de 1^{as} consultas de especialidade entre centros de saúde e hospitais, sendo um sistema informático integrado (Centros de Saúde / Hospitais / ARS / Ministério da Saúde) que permite a triagem e gestão de pedidos de primeiras consultas de especialidade.

As aplicações referidas são apenas alguns exemplos dos diversos sistemas que a Alert produz. Os softwares estão associados à tecnologia de utilização de software com uso dos dedos para selecção da funcionalidade pretendida, tecnologia *touch screen*, utilizando ícones com figuras semelhantes à acção desejada, tornando a sua utilização intuitiva. A autenticação a cada uma das aplicações é feita através de sistemas de identificação biométricos.

A pesquisa por utente pode ser feita pelo reconhecimento das fotografias dos mesmos, ou por código de barras que, após devida autenticação, poderá servir para interligar os

diversos sistemas e ser útil a diversas áreas com diferentes especialistas. As consultas em tempo real através do sistema de base dados permitem agilizar procedimentos de diagnóstico, e através do controlo de fluxo de informação consegue-se obter informação detalhada para cada situação necessária, variando as necessidades de área para área.

O Alert já se encontra implementado em diversas clínicas e hospitais fazendo parte do projecto do hospital do futuro.

As suas capacidades de interoperabilidade estão asseguradas através de standards europeus (*Alert, 2008*).

2.1.2 Ydreams

A Ydreams, tem para além de diversos projectos de software interactivo, uma área dedicada a produtos intitulados de “*Smart Wearables*”. Este equipamento é indicado para bombeiros, forças policiais, empresas de segurança privada, saúde e desporto.

Para o combate aos incêndios existe o projecto “I-Garment” fundado pela Agência Espacial Europeia (ESA) e foi concebido para situações especiais de combate a incêndios em terrenos acidentados e de difícil acesso. Esta solução consiste numa maior protecção para os bombeiros através de monitorização biométrica e comunicações sem fios.

O I-Garment (Figura 2.1) monitoriza a posição de cada bombeiro, indicando também os seus dados vitais para permitir o envio de auxílio em situações de perigo. O seu sistema de posicionamento com sistemas de redundância através de comunicação por satélite permite reproduzir a situação real para um computador, ajudando assim a perceber o risco real de cada situação e controlar o posicionamento dos bombeiros perante as frentes de fogo.



Figura 2.1 – Projecto I-Garment

No desporto a Ydreams desenvolveu Smart Wearables, que permitem à medicina desportiva obter em tempo real a monitorização de dados vitais consoante o tipo de treino, o auxílio das ferramentas posicionais ajudam também ao treino da equipa a nível tático.

Nas forças de segurança este equipamento também vem munido com um colete à prova de bala, e permite a monitorização dos dados vitais e posicionamento, que permite aos supervisores de operações a capacidade de localizar cada um dos seus homens no campo.

Para o ramo da saúde os “*Smart Wearables*” vêm equipados com sensores de ritmo cardíaco e temperatura corporal que permite à equipa médica monitorizar remotamente os seus pacientes, e até pessoas mais idosas que vivem nas suas casas. Na figura 2.2 são mostrados algumas situações aonde se poderá este equipamento bem como esquemas da sua constituição. A informação biométrica é transmitida via wireless para um router local que por sua vez envia a mesma informação para o hospital ou centro clínico. Alarmes serão despoletados sempre que se excedam valores predefinidos. Pode também ser forçado um alarme (Ydreams, 2008).



Figura 2.2 – Projecto Smart Wearables para a área da saúde.

2.1.3 Medical Software Solutions

O MedInformatix Software é uma solução do mundo da medicina, num sistema integrado com registos médicos e sistema de gestão (Figura 2.3). Algumas das funcionalidades deste software são o registo electrónico de dados clínicos, o repositório de documentos, o sistema de facturação, marcação de consultas, recepção de queixas, entrada e registo, imagens e análise de informação entre outros.

O sistema permite a localização de pacientes no edifício, a sua disposição pelos quartos do hospital e a possibilidade de criação de notas relativas a cada paciente. O seu

sistema de registo de informação permite o armazenamento de dados durante o crescimento de cada pessoa, sendo assim possível registar acontecimentos clinicamente relevantes e uma evolução consoante a idade, permitindo retirar gráficos de análise. Em baixo estão algumas imagens de exemplo ao programa informático com ecrãs de menus distintos (*Medical, 2008*).

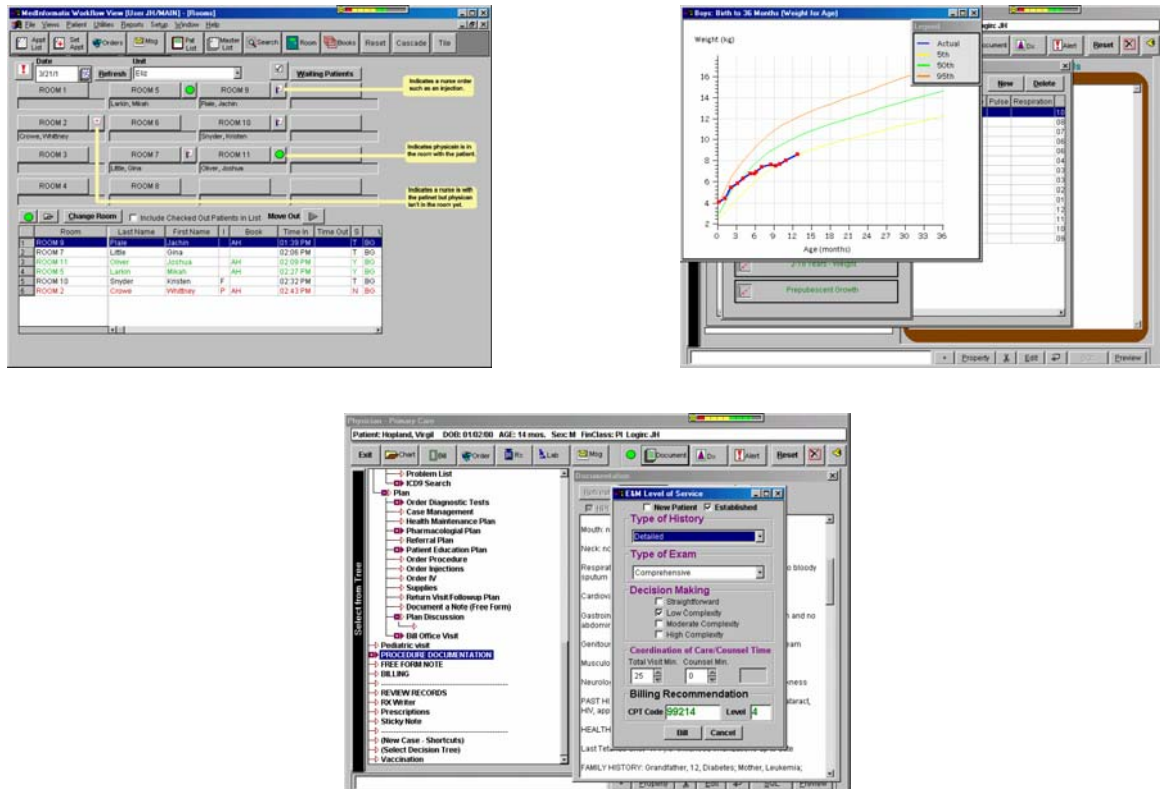


Figura 2.3 – Ecrãs da aplicação MedInformatix

2.1.4 Vitelnet

A Vitel Net, empresa de desenvolvimento de soluções para a área da saúde e primeiros socorros, desenvolveu um sistema de monitorização a partir de casa ao qual deram o nome de VitelCare.

Este sistema de monitorização é uma ferramenta de educação para cuidados médicos caseiros, bem como um apoio aos profissionais na resolução de situações de doenças crónicas.

O equipamento da Vitel Net permite um acompanhamento contínuo do paciente, enviando regularmente informação médica para a clínica ou hospital, possibilitando assim a capacidade de monitorização sem implicar limitação de movimentos do paciente.

O sistema de monitorização VitelCare permite também um diagnóstico baseado em dados obtidos directamente da casa dos pacientes, conciliando ao mesmo tempo doenças como falha de coração, doença crónica de obstrução do pulmão, diabetes, hipertensão e desordem depressiva, entre outras.

Na figura 2.4 estão demonstradas os diversos sistemas aonde o VitelCare pode ser incorporado que vão desde a gama mais profissional à gama caseira, podendo assim ser manuseados tanto por profissionais como por amadores (*VitelNet, 2008*).

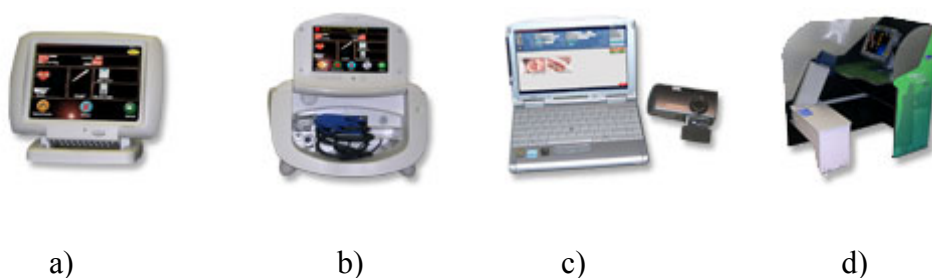


Figura 2.4 – a) Turtle 400 b) Turtle 800 c) Wound Care Field Kit d) Kiosk

2.1.5 CommTechWireless

A CommTechWireless possui um produto, o CommTechWireless Senior Living, que também se intitula de IAM (Integrated Alarm Managment), e que está focado na monitorização de pacientes. Este sistema permite alguns factores chave na monitorização de pacientes, como a interacção com aparelhos de medição, interoperabilidade entre equipamentos de comunicação, equipamento independente de computador, e uma estrutura baseada em internet (Figura 2.5).

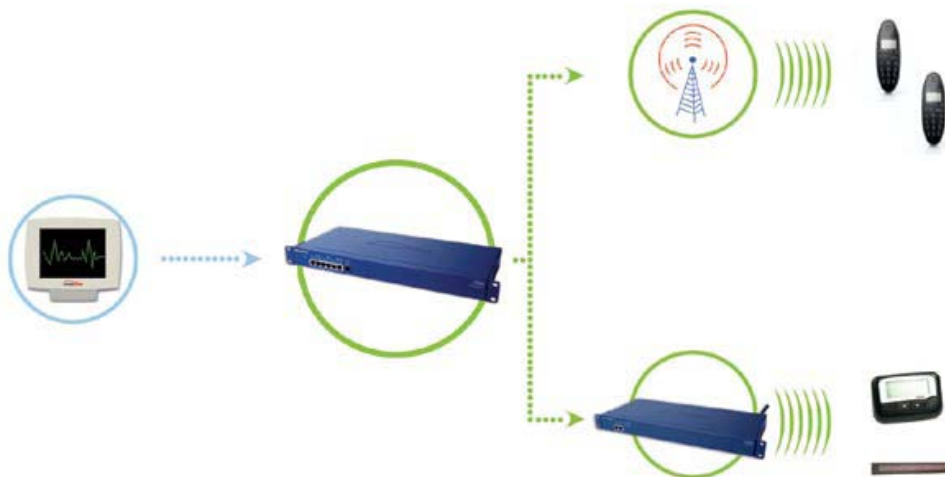


Figura 2.5 – Projecto CommTechWireless Senior Living

Este sistema está focado para uma análise de dados em tempo real obtidos pelo sistema de monitorização, que por sua vez comunica com o equipamento de roteamento que envia os dados para as entidades para as quais está programado. Estes sistemas comunicam com entidades médicas ao darem o alarme (*CommTechWireless, 2008*). Na figura seguinte está demonstrado um dos ecrãs de configuração do sistema.

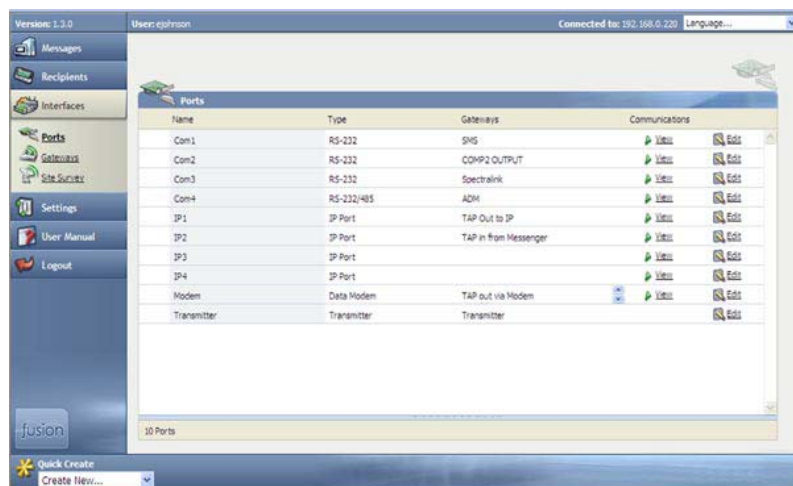


Figura 2.6 – Ecrãs de configuração do sistema de monitorização IAM.

2.2 Análise e Conclusões

Após uma análise não muito aprofundada conclui-se verificou-se que a área da monitorização remota de doentes se encontra em franco desenvolvimento e que já existem algumas empresas com projectos elaborados. Portugal encontra-se ainda numa fase de arranque no que diz respeito a estas tecnologias, contudo, e com a globalização de conhecimentos, existem já diversas empresas portuguesas a trabalhar em projectos deste âmbito, como a Ydreams, e a Alert, entre outras.

Um dos factores semelhantes em todas as aplicações referidas anteriormente, é o facto de todas elas estarem bastante focalizadas na utilização em centros clínicos ou hospitais, sempre com o auxílio de especialistas nas diversas áreas. Pretende-se que este software facilite a utilização por pessoas menos especializadas sem colocar em risco a saúde e bem-estar dos pacientes.

Este projecto não veio trazer grande inovação a nível tecnológico, uma vez que os equipamentos utilizados pela Ydreams, Alert, Commtech são bastante evoluídos, contudo, a base de todo o projecto foi tornar da monitorização remota de pacientes, algo acessível a quem o desejasse, disponível a um utilizador normal sem grande formação médica, e esse factor é o ponto de diferenciação. Em geral os projectos referidos funcionam com hardware dedicado, mas por sua vez dispendioso, e que requer instalações médicas. Neste caso, é necessário apenas o hardware de leitura de dados e o software de monitorização, uma vez que a plataforma de comunicação é a Internet. Este meio de comunicação facilita todo o processo de monitorização remota, factor que o diferencia dos restantes projectos estudados.

3. Fundamentos Teóricos

Neste capítulo será feita uma introdução a conceitos clínicos e a toda a componente tecnológica que foi utilizada para a realização deste projecto. Um dos desafios que se coloca quando se pretende efectuar uma ligação entre um equipamento e o utilizador, é conhecer em detalhe toda a envolvente que o rodeia, uma vez que é fundamental todo o conhecimento teórico dos dados que se pretendem filtrar e utilizar, para que estes sejam tratados da forma adequada.

3.1 *Batimentos Cardíacos*

A temperatura, o pulso, a respiração e a tensão arterial são sinais vitais, uma vez que são os indicadores indispensáveis para se saber o estado de saúde de uma pessoa. Mesmo quando existe um aparente bem-estar, os sinais vitais poderão ajudar a detectar padrões que indiquem algum problema, fugindo assim à linha que se considera “normal”. A avaliação dos sinais vitais consiste numa técnica básica, na qual se registam valores e se estabelece uma relação destes com os devidos limites para uma determinada situação. Hoje em dia existem diversos aparelhos de medição que fornecem relatórios sobre o estado de uma pessoa, contudo a interpretação destes por um técnico especializado é insubstituível e indispensável.

O coração é uma bomba pulsátil que movimenta continuamente o sangue através de todo o corpo. Células especializadas geram um impulso eléctrico que, em condições normais, é transmitido regularmente a todas as partes do coração despolarizando o músculo cardíaco, que o leva a contrair. Esta fase de contracção do coração dá pelo nome de sístole. A chamada diástole é a fase de repouso na qual os ventrículos se enchem de sangue, que será ejectado na contracção seguinte. Este processo divide-se em 3 partes sendo que a sístole ocupa 1/3 e a diástole 2/3 do tempo total.

Durante a sístole, o ventrículo esquerdo bombeia uma quantidade de sangue para dentro da aorta, que já se encontra cheia de sangue, aumentando a pressão que se denomina de

pressão aórtica. Este aumento de pressão dá origem a uma onda líquida que é sentida numa artéria periférica, à qual chamamos de pulso.

Na figura 3.1 é possível ver os diversos locais do corpo humano onde é possível medir o pulso, sendo os locais privilegiados aqueles onde as artérias ficam à superfície da pele e assentes em base mais dura (*Luckmann, 1998*).

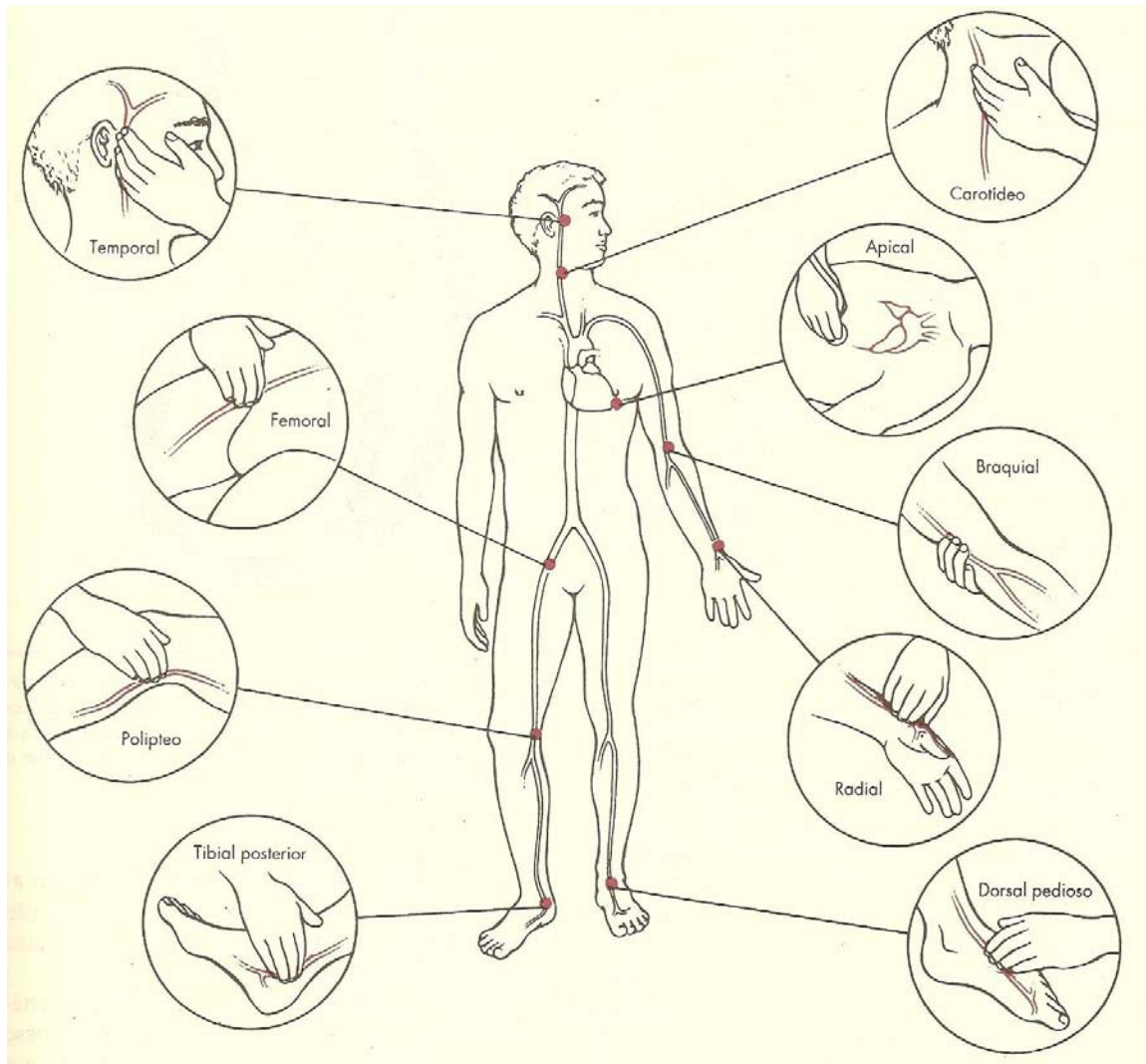


Figura 3.1 – Locais de medição do pulso.

3.1.1 Frequência do pulso

A frequência do pulso é o número de batimentos por minuto (bpm) que, conhecendo o ritmo normal, permite detectar anomalias e alterações.

Tabela 3.1 – Valores médios de batimentos por minuto e limites normais por idade.

Idade	Média (Batimentos por minuto)	Limites normais
Neonatal	120	70-190
1 ano	120	80-160
2 anos	110	80-130
4 anos	100	80-120
6 anos	100	75-115
8 anos	90	70-110
10 anos	90	70-110
12 anos		
Raparigas	90	70-110
Rapazes	85	65-105
14 anos		
Raparigas	85	65-105
Rapazes	80	60-100
16 anos		
Raparigas	80	60-100
Rapazes	75	55-95
18 anos		
Raparigas	75	55-95
Rapazes	70	50-90
Atleta em boas condições físicas	Pode ser 50-60	50-100
Adulto		60-100
Idoso		60-100

A tabela 3.1 mostra um quadro com os valores médios de medições em repouso consoante cada grupo etário.

As formas mais fiáveis de medição dos batimentos cardíacos são através da medição directa da actividade eléctrica celular que origina os batimentos, ou através da auscultação dos mesmos.

A fórmula mais usada para o cálculo do número máximo de batimentos cardíacos por minuto a que uma pessoa pode chegar é a seguinte:

$$BC_{\max} = 220 - \text{idade} \quad (1)$$

Contudo, existem outras fórmulas que inclusive utilizam o peso da pessoa como variável de entrada:

$$BC_{\max} = 210 - 1/2 \text{ idade} - 5\% \text{ peso (em kilogramas)} + 4 \quad (2)$$

$$BC_{\max} = 210 - 1/2 \text{ idade} - 5\% \text{ peso (em kilogramas)} + 0 \quad (3)$$

3.1.2 Anomalias de funcionamento:

Como está representado na tabela 3.1, existem limites de batimentos cardíacos para cada faixa etária dentro dos quais os ritmos cardíacos são considerados normais. Contudo, nem sempre a frequência do pulso se mantém dentro destes limites, sendo que por vezes ultrapassa o limite superior e por outras o limite inferior. A uma frequência cardíaca superior a 100 bpm denomina-se de taquicardia, enquanto que a uma frequência inferior a 60 bpm de braquicardia.

Taquicardia

A taquicardia, como já foi referido, indica que o paciente possui uma frequência cardíaca superior a 100 bpm, que pode ocorrer nas seguintes condições:

- Exercício e febre, uma vez que é necessário mais oxigénio para satisfazer o metabolismo.
- Qualquer situação causada por hipoxemia (deficiência anormal de concentração de oxigénio no sangue arterial).
- Insuficiência cardíaca congestiva, situação em que o coração se torna numa bomba ineficaz e o sangue volta para os pulmões e sistema venoso em vez de seguir o seu fluxo normal. Consequência imediata é a falta de oxigénio, logo existe um maior bombeamento para compensar essa falta.
- Situação em que há falência da tensão arterial (como no choque), pois o pulso aumenta na tentativa de manter um débito cardíaco estável.
- Situações de stress e emoção pois geralmente despoletam reacções inesperadas do sistema nervoso.

Braquicardia

A braquicardia consiste num ritmo cardíaco anormal, mas desta feita inferior a 60 bpm, e pode derivar das seguintes situações:

- Situações que estimulem o nervo vago, incluindo vômitos e aspiração traqueal.
- Aumento da pressão intracraniana devido à existência de um tumor ou hemorragia.
- Problemas com o sistema cardíaco de condução eléctrica.
- Em atletas de alta competição.

O coração é o grande motor do corpo humano e constitui o órgão central do sistema respiratório como se observa na figura 3.2.

1. Átrio direito
2. Átrio esquerdo
3. Veia cava superior
4. Aorta
5. Artéria pulmonar
6. Veia pulmonar
7. Valvula mitral (auriculo-ventricular)
8. Valvula aórtica
9. Ventrículo esquerdo
10. Ventrículo direito
11. Veia cava inferior
12. Valvula tricúspide (auriculo-ventricular)
13. Valvula aorta (pulmonar)

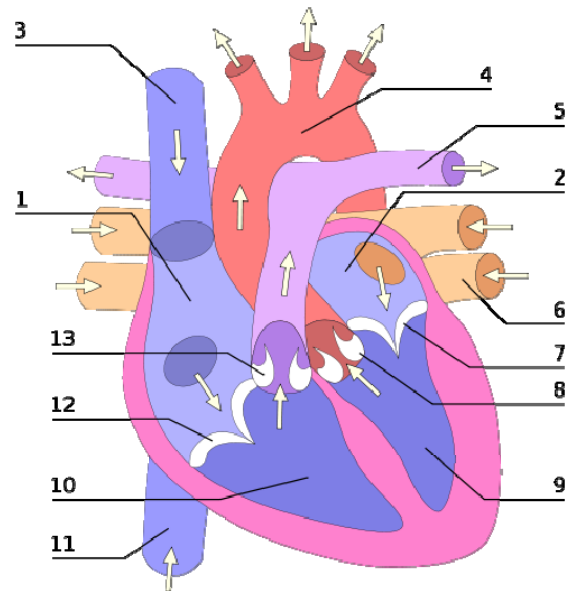


Figura 3.2 – Coração Humano.

O ciclo cardíaco inicia-se quando o sangue oxigenado vindo dos pulmões entra na aurícula esquerda, dilatando-a de forma gradual. No final desse período, devido a um sinal eléctrico produzido no sistema nervoso central, as suas paredes da aurícula contraem-se e impulsionam todo o seu conteúdo para o ventrículo esquerdo. Este, por sua vez, quando enche, contrai-se e empurra o sangue para as artérias que o levarão a todo o resto do corpo, oxigenando-o. Por sua vez, o sangue, já pobre em oxigénio, regressa para a aurícula direita,

que pelo mesmo processo, o empurra para o ventrículo direito, que posteriormente, o envia novamente para os pulmões (Luckmann, 1998).

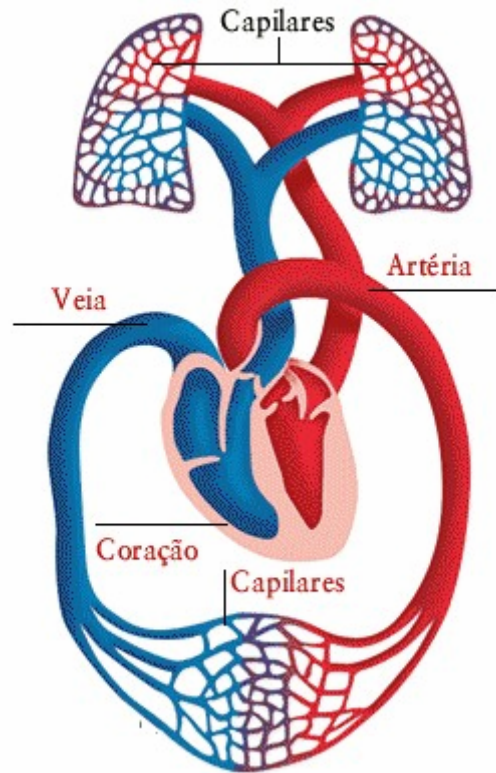


Figura 3.3 – Ciclo Cardíaco.

Tensão Arterial:

A tensão arterial é a força exercida pelo sangue contra uma área do vaso, sendo medida em milímetros de mercúrio (mm Hg). Isto significa que, qualquer pressão na artéria fará subir uma coluna de mercúrio igual à sua resistência. Esta medição serve para obter a tensão sistólica - pressão máxima exercida nas artérias durante a contracção do ventrículo esquerdo, a tensão diastólica - pressão exercida nas paredes das artérias com os ventrículos em repouso, e a tensão do pulso, que é a diferença entre ambas.

A tensão arterial é igual ao produto do débito cardíaco, volume de ejeção de sangue vezes a frequência cardíaca, pela resistência dos vasos ao fluxo sanguíneo.

$$TA = DC \times R \quad (4)$$

TA é a tensão arterial, DC o débito cardíaco e R a resistência dos vasos.

A tensão arterial média nos adultos mais jovens é de 120/80, contudo esta leitura pode variar consoante diversos factores como a idade, sexo, peso, raça, clima, dieta, ritmo circadiano, exercício, stress e posição.

A figura que se segue (Figura 3.4) mostra um gráfico referente ao resultado de um estudo feito por De Master A.M. and Lasser, R. P. (1961).

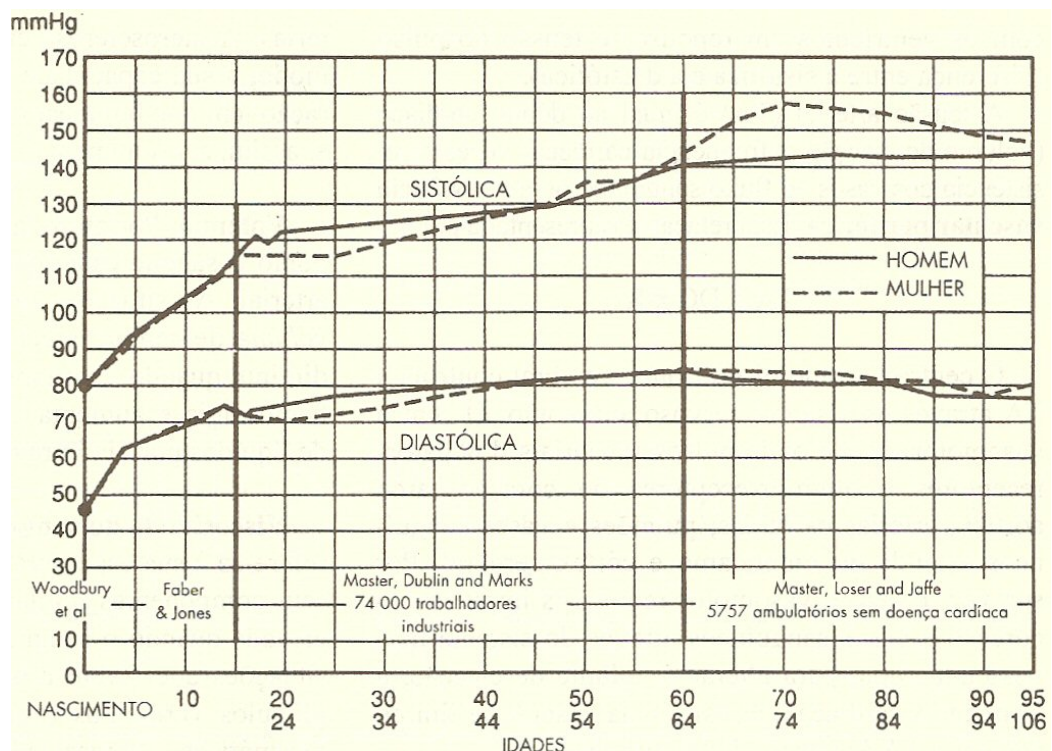


Figura 3.4 – Gráfico da variação da tensão arterial com a idade.

A determinação da tensão arterial é um dos parâmetros que faz parte de qualquer exame físico básico de rastreio. Os seus valores normais oscilam, contudo existem valores considerados limiares para princípios de hipertensão e hipotensão.

Os valores da tensão arterial podem sofrer oscilações, como já foi referido, contudo existem situações a partir das quais são considerados graves, e são denominados de hipotensão quando os valores da tensão arterial são mais baixos que o normal, e de hipertensão para valores mais altos.

A hipotensão nos adultos é considerada e significativa quando existe uma leitura abaixo de 95/60. Existem diversos motivos que podem levar à hipotensão, como a doença de Addison (hipofunção das glândulas supra-renais), hemorragias e vasodilatação, e também como resultado de um enfarte do miocárdio ou choque (*Lee, 2005*).

A hipertensão é o inverso da hipotensão pois consiste num aumento permanente dos níveis da tensão arterial. Pode-se classificar a hipertensão como primária ou secundária. Uma grande parte dos adultos sofre de hipertensão essencial ou primária. Com menor frequência existe a hipertensão secundária, resultante de situações tais como uma doença renal, feocromocitoma (tumor da medula supra-renal) e coarctação da aorta (estreitamento congénito) (*Luckmann, 1998*).

Tabela 3.2 – Limites de tensão arterial(diastólica) e a respectiva categoria.

Diastólica (valores em mm Hg)	Categoria
<85	TA normal
85-89	TA normal alta
90-104	Hipertensão ligeira
105-114	Hipertensão moderada
>115	Hipertensão grave

Sistólica para TA diastólica <90:

Tabela 3.3 – Limites de tensão arterial(sistólica) e a respectiva categoria.

Sistólica (valores em mm Hg)	Categoria
<140	TA normal
140-159	Limiar da hipertensão sistólica isolada
>160	Hipertensão sistólica isolada

3.2 Temperatura

A temperatura é vulgarmente vista como uma medida de calor ou frieza de um corpo ou ambiente. Todos os elementos existentes no nosso sistema são constituídos pelo elemento mais básico, o átomo, que por sua vez pertencem a moléculas que se encontram em movimento/oscilação permanente. Essa oscilação deriva do aquecimento das moléculas pelo que se pode definir a temperatura como sendo o grau de agitação térmica das moléculas de um determinado corpo (*Luckmann, 1998*).

Em 1724 surgiu a primeira escala de temperatura, criada por Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736), que convencionou uma escala na qual a temperatura de congelação de uma mistura de gelo e amónia era de 32°F e a temperatura de ebulição da água era de 212°F, ficando assim esta escala com 180 divisões possíveis entre o ponto de congelamento e o de ebulição.

Mais tarde, em 1742, o astrónomo sueco Anders Celsius (1701–1744) propôs uma nova unidade de temperatura, o grau Celsius, cuja definição consistia novamente nos pontos de congelamento e ebulição da água, tendo concluindo desta vez que estes seriam de 0°C para o congelamento e 100°C para a ebulição.

No princípio de 1800, William Thomson (1º Barão Kelvin) desenvolveu uma escala termodinâmica universal, baseada no coeficiente de expansão de um gás ideal. Kelvin estabeleceu o conceito de Zero Absoluto, e a sua escala permanece como padrão para a termometria moderna.

Zero absoluto ou Zero Kelvin é a menor temperatura que um corpo pode alcançar, 0 K, que equivale a -273,15°C.

Desta forma, as equações de conversão das unidades mais usadas na termometria moderna são:

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9 \text{ ou } ^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15, \text{ sendo:} \quad (5)$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5 \times ^{\circ}\text{C} + 32 \quad (6)$$

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15 \quad (7)$$

Existem também outras escalas como a Rankine e a Réaumur, porém pouco usuais.

$$^{\circ}R = ^{\circ}F + 459,67 \quad (8)$$

$$^{\circ}Re = 4/5 \times ^{\circ}C \quad (9)$$

A temperatura corporal reflecte a capacidade do organismo para equilibrar a produção e a perda de calor. Este equilíbrio resulta numa variação da temperatura corporal que se mantém estável independentemente da temperatura ambiente, uma vez que o ser humano é homeotérmico (possui sangue quente). Quando este equilíbrio falha, a temperatura do corpo tende para registar valores fora do normal, sendo que é denominado um estado de febre quando o corpo apresenta uma temperatura superior à normal, e de hipotermia quando este apresenta uma temperatura inferior.

3.2.1 Factores que influenciam a temperatura corporal:

- Temperatura externa:

Um dos dados obtidos pela aplicação é a temperatura ambiente, uma vez que esta pode influenciar a temperatura corporal. Um quarto aquecido ou um dia quente poderá aumentar 1°C à temperatura corporal, sendo que por outro lado, um ambiente frio induz, geralmente, uma diminuição da temperatura corporal, especialmente em idosos. Uma vez que os idosos são o público alvo deste software, este dado passa a ter uma importância mais acentuada no estudo feito.

- Idade:

A temperatura corporal é geralmente mais baixa nos idosos do que noutras faixas etárias. Este facto deve-se à menor sensibilidade a mudanças de temperatura. As diversas debilitações dos idosos resultam numa menor capacidade de resistência a condições climáticas adversas. A perda de gordura subcutânea, que funciona como isolante, contribui também para uma diminuição da temperatura corporal.

- Ritmo circadiano (ritmo diurno):

A temperatura do corpo humano oscila entre $0,5^{\circ}$ a 1° a cada período de 24 horas. Esta variação é feita de forma diferente ao longo do dia, sendo que de manhã, até as 12h, é registada geralmente uma subida abrupta da temperatura. Durante a tarde existe também uma subida, no entanto esta é mais gradual, atingindo o máximo entre as 16h e as 20h. A partir dessa hora, começa então a diminuir a temperatura. Este facto leva a que seja prática comum a medição da temperatura duas vezes ao dia em períodos distintos.

- Hormonas

O ciclo menstrual provoca algumas flutuações na temperatura, que podem ir de cerca de -0.3° a 0.6° de variação, uma vez que as hormonas provocam a aceleração do metabolismo corporal, elevando assim a temperatura.

- Stress:

O stress fisiológico e psicológico podem aumentar a temperatura corporal por desencadeamento da actividade nervosa ou hormonal.

3.2.2 Limites de variação da temperatura:

Os tecidos, células e órgãos do corpo humano estão preparados para funcionar a diversas temperaturas, sendo que o seu intervalo de funcionamento ideal encontra-se entre os 36° e os 38° . Contudo, quando os mecanismos que equilibram a temperatura falham, esta baixa ou sobe. O corpo consegue continuar a funcionar a temperaturas fora deste intervalo, no entanto existem valores limite a partir dos quais poderão surgir lesões irreversíveis. Quando a temperatura sobe aos 41° / 42° , ocorrem lesões nos tecidos devido às alterações ou inactivação das proteínas celulares, e a maioria das funções enzimáticas fica comprometida. Inversamente, quando a temperatura desce abaixo dos 21° , poderá provocar danos nas membranas celulares, formando cristais por congelação dos tecidos (*Luckmann, 1998*).

3.2.3 Aparelhos de medição:

A temperatura corporal é um dos mais antigos indicadores de saúde ou doença. Desde o século XVI que existem registos da temperatura corporal, sendo que os termómetros foram sofrendo diversas melhorias ao longo dos tempos.

Existem diversos tipos de termómetros, tais como os de vidro, os electrónicos, os descartáveis e os timpânicos.

Termómetro de vidro:

Estes termómetros de vidro e mercúrio actuam pelo princípio da expansão térmica. O mercúrio dilata quando aquecido e contrai quando arrefecido, pelo que, contido dentro de um tubo e devidamente calibrado, este, ao entrar em contacto com uma fonte de calor consegue medir a temperatura dessa fonte. Este tipo de termómetros necessita de 3 a 8 minutos para efectuar o devido registo da temperatura.

Termómetro electrónico:

Mais fáceis de usar, estes termómetros são mais rigorosos, seguros e rápidos, pois levam entre 2 a 60 segundos a registar a temperatura, funcionando através do princípio da resistência, que é convertida num valor digital.

Termómetro descartável:

Tem como base propriedades químicas que mudam de cor a determinadas temperaturas. São utilizados uma única vez e devem permanecer selados até à altura da sua utilização. Demoram cerca de 60 segundos a obter o registo.

Termómetro timpânico:

É o mais recente no controlo da temperatura e utiliza uma nova via, o ouvido, para obter as medições. Através das emissões infravermelhas da membrana do tímpano obtêm-se o valor da temperatura corporal.

3.2.4 Técnicas de medição:

A medição da temperatura pode ser feita de diversas formas, sendo que não existe uma forma que seja a mais eficaz. Existe a crença popular de que a via rectal é a mais eficaz, contudo esse facto deve-se à proximidade do termómetro a uma artéria importante. Se a colocação do termómetro for a correcta, então o local de medição não influenciará os resultados. Assim, pode ser obtida através da via oral, rectal, axilar e central.

Sensores:

Os sensores de temperatura, que constituem alguns dos termómetros acima referidos, são elementos transdutores que sofrem alterações físicas em função da temperatura a que estão expostos. Os instrumentos para a medição de temperatura podem ser os seguintes:

Termopares:

Os termopares são dispositivos electrónicos com larga aplicação para medição de temperatura. São baratos, podem medir uma vasta gama de temperaturas e podem ser substituídos sem introduzir erros relevantes. A sua maior limitação é a exactidão, uma vez que erros inferiores a 1 °C são difíceis de obter.

Termoresistências:

Uma termoresistência (RTD do inglês *Resistance Thermometer Detector*) é um instrumento que permite conhecer a temperatura do meio ambiente, recorrendo à relação entre a resistência eléctrica de um material e a sua temperatura.

Termistores:

Termistor (ou termistor) são semicondutores sensíveis à temperatura.

Pirómetros:

Um pirómetro (também denominado de pirómetro óptico) é um dispositivo que mede a temperatura sem entrar em contacto com o corpo/meio do qual se pretende conhecer a temperatura. Geralmente este termo é aplicado a instrumentos que medem temperaturas superiores a 600 graus celsius. Uma utilização típica é a medição da temperatura de metais incandescentes em fundições.

Os sensores mais comuns são os termistores e, tal como referido anteriormente, variam a sua resistência óhmica mediante a temperatura à qual são sujeitos. Os termistores dividem-se em dois tipos: “Positive Temperature Coefficient” (PTC) ou “Negative Temperature Coefficient” (NTC). Ambos têm vantagens e desvantagens, dependendo do tipo de aplicação a que são sujeitos. Tal como o nome indica, um termistor PTC, aumenta a sua resistência quando sujeito a um aumento da temperatura, enquanto que um termistor NTC diminui a sua resistência com o aumento da temperatura (*Patsko, 2006*).

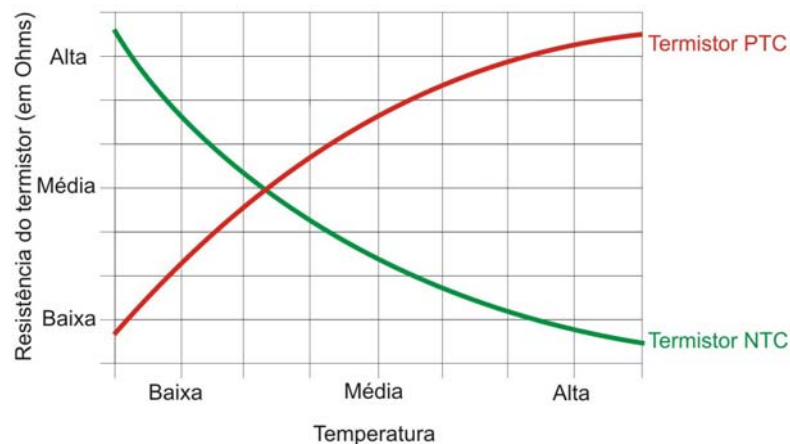


Figura 3.5 – Curvas características (Resistência vs Temperatura) dos termistores dos tipos PTC e NTC

As principais características e vantagens dos termistores NTC são:

- Têm uma grande sensibilidade térmica e uma grande largura de banda.
- Existem com inúmeras formas físicas e não são restritos a um tipo de material.
- Têm uma boa imunidade ao ruído
- Podem ser personalizados, através da integração com outros componentes electrónicos de modo a poderem produzir o resultado desejado.

Contudo, os termistores PTC são mais estáveis e lineares, e por isso conseguem obter respostas de maior precisão. Isto acontece devido ao efeito de avalanche térmica produzido pelos NTC's. Com o aumento da temperatura, a resistência óhmica de um NTC diminui, aumentando a circulação de corrente que por sua vez produz mais calor. Esta situação, dependendo do circuito, poderá levar a uma catástrofe final: maior calor, menor resistência, maior consumo e maior aquecimento (avalanche térmica). Já com o PTC a situação é inversa, pois este apresenta uma característica de estabilidade: uma elevação da temperatura externa provoca uma elevação da resistência, e por conseguinte uma redução na produção de calor do componente "estabilizando" o ciclo regenerativo (Grisa, 2008).

3.3 Movimento

Um dos dados medidos através do equipamento é o estado do movimento do paciente. Este movimento é medido através de um acelerómetro. Pretendia-se com a medição do movimento verificar se na situação de alarme o paciente se encontrava em movimento lento, rápido ou parado.

A teoria do movimento é estudada em Física e demonstra a variação da posição de um determinado objecto no espaço, baseado num referencial. O movimento resulta numa distância percorrida por um objecto.

A velocidade de um objecto define a variação da posição por unidade de tempo e matematicamente resulta em:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} (m/s) \text{ , onde } v = \text{velocidade, } x = \text{posição, } t = \text{tempo} \quad (10)$$

A velocidade por sua vez poderá sofrer variações ao longo do tempo, logo indica que existiu aceleração e desaceleração do objecto em questão. Uma vez mais, a derivação da expressão obtida anteriormente permite obter o valor da aceleração:

$$\frac{p}{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} (m/s^2) \text{ ou } \frac{p}{a} = \frac{\Delta x}{\Delta t^2} (m/s^2), \text{ onde } a = \text{aceleração} \quad (11)$$

Conclui-se portanto que o movimento indica que existiu uma distância percorrida no espaço, e que a velocidade é a relação do espaço percorrido com o tempo de deslocação, e por sua vez a aceleração é a variação da velocidade num determinado período do tempo.

Estas grandezas físicas existem em todo o espaço e são definidas com base num referencial ortonormato.

Para se conseguir obter um valor, este terá que ser sempre através de um espaço percorrido em função do tempo, pelo que tem que estar associado a um referencial, e todas as grandezas podem ser representadas vectorialmente nas três dimensões apresentadas, passando então a existir as componentes vectoriais.

Por esta razão, existem no mercado acelerómetros capazes de medir a aceleração em um, dois ou até mesmo três eixos em simultâneo.

Neste projecto pretendia-se saber qual o estado actual do paciente, sabendo que uma variação do estado do paciente pode ser origem de diversos factores. Alguns destes factores poderão estar relacionados com o movimento, assim, saber o estado do paciente pelo seu movimento, antes e depois da variação de estado de saúde é fundamental. Para se conseguir esse resultado, um dos campos lidos pelo hardware é o movimento (medido com um acelerómetro).

3.3.1 Princípio de Funcionamento do Acelerómetro

O princípio básico de funcionamento no qual está fundamentado o acelerómetro é o sistema de massa e mola. As molas, enquanto trabalham dentro da sua região linear, são governadas pela lei de *Hooke*, segundo a qual o deslocamento da mola é proporcional à força nela aplicada:

$$F_{el} = k \cdot \Delta l \text{ (N)}, \text{ onde } F_{el} = \text{Força elástica}, \Delta l = \text{deformação} \quad (12)$$

Outro princípio físico envolvido é a segunda lei de *Newton*, que relaciona força com massa e aceleração:

$$F = m \cdot a \text{ (N)}, \text{ onde } F = \text{força}, m = \text{massa}, a = \text{aceleração} \quad (13)$$

Desta forma, utilizando-se estas duas leis, verificou-se que é possível medir aceleração a partir da medição do deslocamento de uma massa.

O sistema utilizado pelo acelerómetro para medir o deslocamento utiliza 3 placas, separadas entre si por uma distância conhecida, onde as placas da extremidade permanecem numa posição fixa, enquanto a placa central se pode mover. Quando há movimentação do sistema, a placa central, que é equivalente a uma massa que se desloca, muda a sua distância relativa às outras duas placas, modificando as capacidades do sistema, pois a capacidade é inversamente proporcional à distância entre as placas. A diferença entre as capacidades da placa central e das placas da extremidade está relacionada com a aceleração do sistema. A variação de capacidade é disponibilizada com sinais de saída do acelerómetro, sinais esses normalmente de tensão (Volts) (*Hemerly, 2008*).

3.3.2 Tipos de Acelerómetros

Existem diversos tipos de acelerómetros e a sua caracterização está relacionada com o princípio de medição. Destacam-se assim alguns tipos de acelerómetros mais comuns (*Patsko, 2006*):

- **Capacitivo**

O seu princípio de funcionamento consiste na variação da distância entre duas placas metálicas (que caracteriza um condensador), sendo uma fixa e a outra móvel, provocando uma variação da própria capacitância entre as placas. Esta variação é facilmente detectada através de um circuito eléctrico, tendo-se normalmente como sinal de saída uma tensão eléctrica.

- **Piezoeléctrico**

No interior de um acelerómetro piezoeléctrico, o elemento sensor é um cristal que tem a propriedade de emitir uma carga eléctrica sempre que é sujeito a uma força compressiva. Este

cristal encontra-se ligado a uma massa de tal forma que, quando o acelerómetro fica sujeito a uma força 'g' ($g \approx 9,8m/s^2$ = aceleração da gravidade), a massa comprime o cristal, que por sua vez emite um sinal. Desta forma, este sinal eléctrico pode ser relacionado com a aceleração a que a massa do acelerómetro é sujeita.

- **Piezoresistivo**

Materiais piezoresistivos, tal como o nome indica, são materiais que possuem a capacidade de variar sua resistência quando submetidos a um esforço mecânico. Esse efeito é mais comum em materiais semicondutores, como o silício ou germânio (que são amplamente utilizados na electrónica na construção de diodos, transístores e circuitos integrados).

Num acelerómetro piezoresistivo, uma massa é suportada por elementos flexíveis semicondutores (com capacidades piezoresistivas) que formam parte ou são toda uma ligação eléctrica de uma ponte de Wheatstone (circuito medidor de resistências eléctricas). A deformação da massa devido ao movimento provoca, consequentemente, a deformação dos elementos semicondutores, ficando a ponte desequilibrada e produzindo-se à saída é uma diferença de potencial, a qual se correlaciona com a aceleração (*Patsko, 2006*).

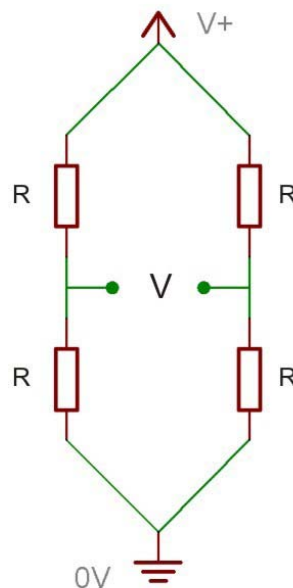


Figura 3.6 – Ponte de Wheatstone

- **Magnético (Efeito de Hall)**

O efeito de Hall, presente em alguns materiais condutores e semicondutores, baseia-se no princípio de interacção entre campos magnéticos e cargas eléctricas. Quando uma corrente passa por um material condutor, ela distribui-se uniformemente ao longo do material, e não há nenhuma diferença de potencial (tensão) entre as laterais do material.

Porém, se aproximarmos um íman, o campo magnético perturbará a distribuição da corrente ao longo do material. Haverá um acumular de cargas negativas (electrões) num dos lados do condutor, o que originará uma tensão entre suas laterais. Se o sentido do campo magnético for invertido, a tensão presente no material também será invertida (*Patsko, 2006*).

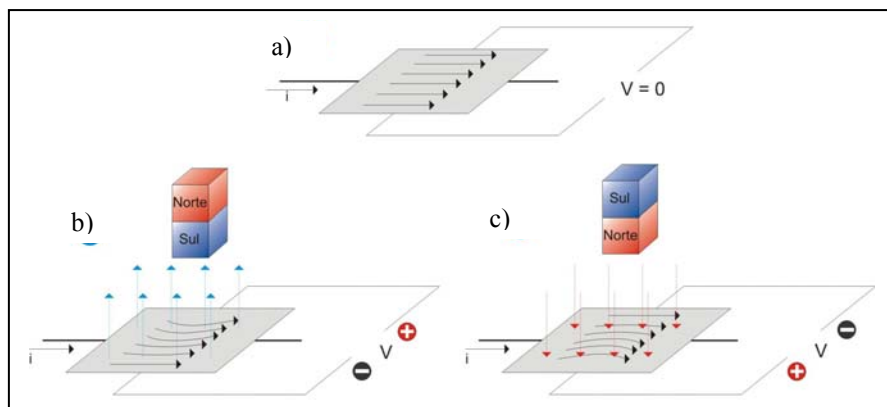


Figura 3.7 – Ilustração do efeito de Hall. a) Corrente distribuída uniformemente pelo condutor ($V = 0$). b) Campo magnético induzido no condutor, a corrente distribui-se de modo irregular, surgindo uma tensão entre os extremos do condutor c) Campo magnético invertido, invertendo também a tensão

Sensores de efeito Hall são utilizados principalmente nas indústrias, como sensores de posição, pois são resistentes e práticos. Basta colocar um íman na estrutura que se deseja controlar o movimento e utilizar um sensor para detectar o quanto o íman se aproxima do sensor.

- **Magnetoresistivo**

Este tipo de sensores são compostos por elementos magneto-resistivos, ou seja, elementos cuja resistência varia de acordo com o campo magnético incidente. Este fenómeno ocorre em alguns materiais ferrosos, e no caso dos sensores, é utilizada uma liga de ferro de níquel.

Estes elementos são ligados de forma a construírem uma ponte de Wheatstone (tal como nos acelerómetros piezoresistivos) composta por quatro resistências, formando dois divisores

de tensão em paralelo. É aplicada uma tensão alimentando esse circuito e mede-se a diferença da tensão entre os dois divisores de tensão.

Quando não há nenhum campo magnético incidindo sobre o circuito a tensão é zero, pois todos os elementos magneto-resistivos apresentam a mesma resistência. Ou seja, dizemos que a ponte está equilibrada. Contudo, se for aplicado um campo magnético perpendicular a esse circuito, a resistência desses materiais variará e a ponte ficará desequilibrada, surgindo uma tensão entre os dois pontos centrais dos divisores de tensão. Essa diferença poderá ser negativa ou positiva, dependendo do sentido do campo magnético (*Patsko, 2006*).

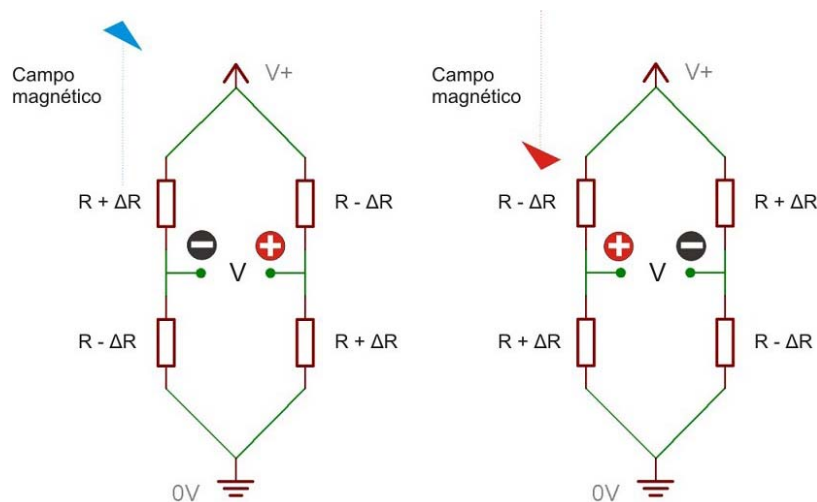


Figura 3.8 – Ponte de Wheatstone desequilibrada. A tensão de saída dependerá do sentido do campo magnético incidente

- **Transferência de calor**

Por último temos os sensores por transferência de calor. Estes sensores medem as modificações internas na transferência de calor causadas pela aceleração, e possuem o mesmo princípio dos acelerómetros tradicionais com a massa de prova, sendo a massa de prova substituída por um gás. Uma fonte de calor é colocada no centro de um integrado de silício, e por sua vez grupos de termopares (sensores de temperatura) são colocados equidistantemente em relação à fonte de calor. Com uma aceleração nula, o gradiente de temperatura é simétrico à fonte de calor, ou seja, é igual para o mesmo número de grupos de termopares em ambos os lados da fonte, fazendo com que estes produzam a mesma tensão de saída. Porém, uma aceleração em qualquer direcção irá perturbar o perfil da temperatura, devido à livre transferência de energia calorífica através do gás, causando um gradiente de temperatura assimétrico e originando valores de tensão diferentes à saída dos grupos de termopares.

Verifica-se portanto que a diferença entre as tensões dos grupos de termopares é directamente proporcional à aceleração.

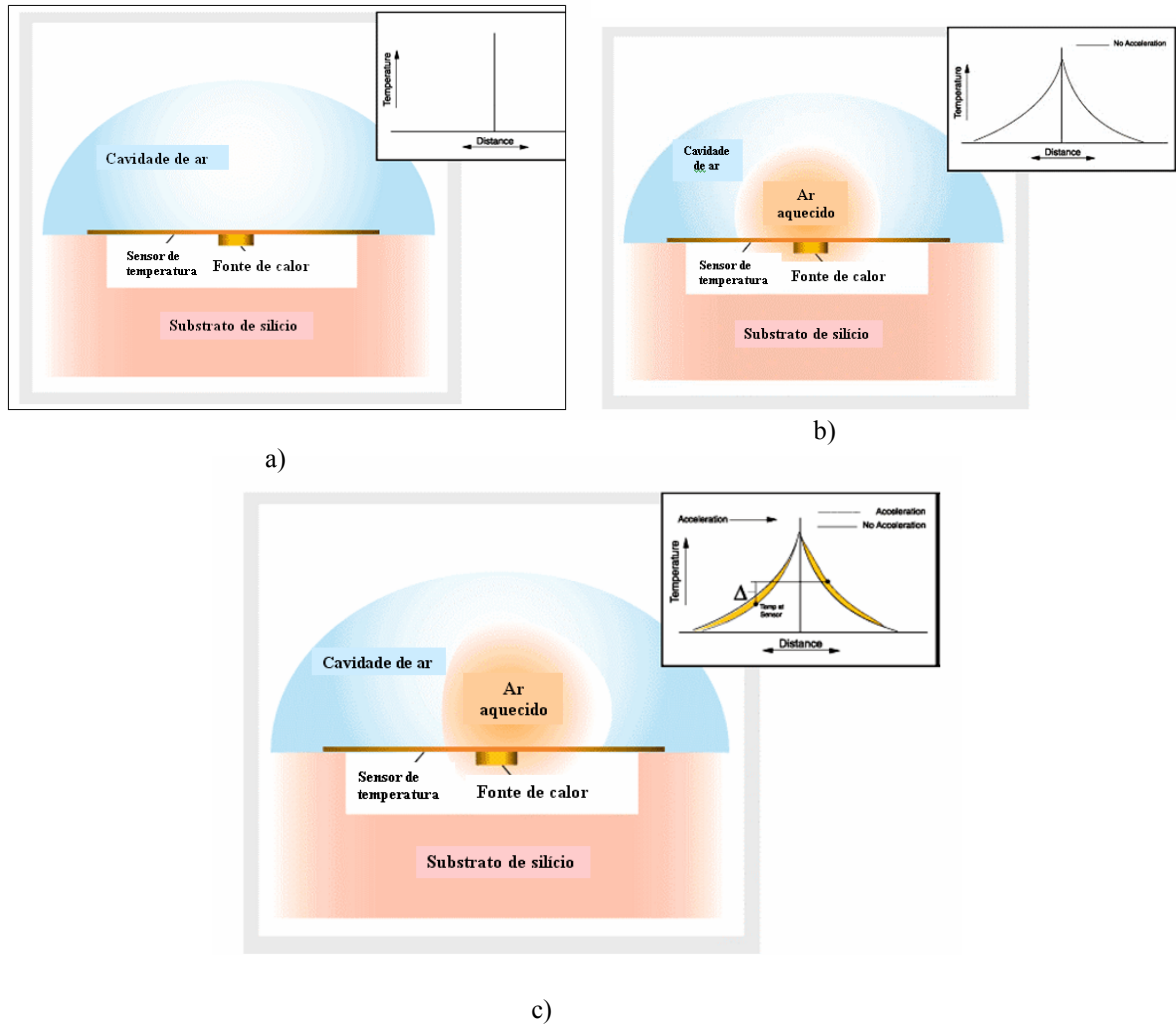


Figura 3.9 – Sequência do funcionamento de um acelerómetro de transferência de calor

3.4 Internet

O conceito que se tenta implementar com esta tese tem como princípio o acesso à informação remotamente e em qualquer local. Para se obter este acesso é necessário um acesso à rede global, a Internet. Antes de se falar em concreto sobre qual o papel da internet na realização deste projecto, far-se-á uma pequena introdução à historia desta grande inovação.

Um dos grandes impulsionadores do desenvolvimento tecnológico é a Guerra. Apesar de todas as suas consequências devastadoras para o ser humano, os traumas e todas as mazelas que uma guerra traz, esta também acelera os estudos de ambas as partes envolvidas numa competição constante pela vanguarda. A Internet surgiu durante a Guerra Fria, onde o enorme clima de tensão entre as duas grandes potências mundiais fomentou a forte investigação nesta área. O sistema implementado até à data consistia em sistemas de bases de dados locais, ou seja, em caso de falha num desses locais, a informação deixava de estar disponível. Colocou-se então em causa este sistema uma vez que, em caso de ataque, poderiam existir perdas irreversíveis de informação. Surgiu então o conceito de rede de computadores, através da qual a informação seria passada em caso de ataque, não existindo assim uma centralização dos recursos num determinado local. Esta rede, designada por ARPANET foi criada na década de 60 pela ARPA, Advanced Research Projects Agency.

Com o passar dos tempos, a tensão da guerra fria diminuiu e a evolução da internet estava prestes a despertar. Esta passou a ter duas componentes, uma exclusivamente militar e outra não militar. A internet limitava-se então a ser uma rede de computadores, cada um com o seu endereço *IP* [A.3], que servia de morada para cada computador. Chegando à década de 80, esta deixou de ser uma rede fechada e passou então à conhecida *WWW* [A.4]. O seu enorme potencial veio despertar interesse em diversas entidades que têm vindo a desenvolver constantes avanços nesta rede. Foram criados motores de busca e a internet tem sido utilizada como canal privilegiado de informação.

Assim, a Internet passa a ser o canal de comunicação através do qual se pode partilhar informação entre locais distantes em tempo recorde. Com base neste conceito de partilha de dados e informação, surgiu então a ideia de utilizar este canal para divulgar os dados dos pacientes a quem a eles tivesse direito, estando em qualquer local do mundo em tempo útil. Esta informação pode ser acedida através de qualquer computador com acesso a este canal

sem qualquer instalação de software, muitas vezes impedida pelas empresas empregadoras e proprietárias dos equipamentos de acesso à rede. Como tal, tendo o servidor central localizado numa máquina servidor, a trabalhar 24 horas por dia, esta recebe a informação de todos os pacientes pelo mundo fora e insere na base de dados todos os resultados obtidos para que sempre que se aceda à sua ficha, esta esteja actualizada (*Internet, 2008*).

[A.3] - IP – *Internet Protocol* – Protocolo de comunicação através da rede

[A.4] - WWW – *World Wide Web* – Rede de internet mundial

3.5 HTML

O *HTML* [A.5], HyperText Markup Language, é uma linguagem de marcação utilizada para produzir páginas na Web. É um meio para decodificar uma estrutura baseada em texto em forma de documento, denotando alguns excertos de texto como links, cabeçalhos, parágrafos, listas e títulos, entre muitos outros, associando também, imagens e outro tipo de formas interactivas.

O HTML é escrito através de tags e, para além do texto e formas interactivas, serve para incluir linguagens de scripting, tal como o javascript ou vbscript, que são interpretadas pelo Web browser de quem acede à página em questão. A tecnologia é fruto do "casamento" dos padrões HyTime e SGML.

HyTime é um padrão para a representação estruturada de hipermédia e conteúdo baseado em tempo. Um documento é visto como um conjunto de eventos concorrentes dependentes de tempo (como áudio, vídeo, etc.), conectados por hiper-ligações. O padrão é independente de outros padrões de processamento de texto em geral.

SGML é um padrão de formatação de textos. Não foi desenvolvido para hipertexto, mas tornou-se conveniente para transformar documentos em hiper-objetos e para descrever as ligações.

Por convenção, os ficheiros escritos em HTML utilizam a extensão *.html ou *.htm.

3.5.1 História

Em 1980, o físico Tim Berners-Lee propôs e criou o ENQUIRE, um sistema para os investigadores do CERN, do qual ele era membro, de forma a permitir a estes o uso e partilha de documentos. Em 1991, nasceu o HTML propriamente dito, com o objectivo de interligar computadores no laboratório do CERN e outras instituições de pesquisa, e exibir documentos científicos de forma simples e de fácil acesso. A figura 3.10 representa a ideia que Berners-Lee teve para a criação do sistema de partilha de ficheiros (*Internet*, 2008).

[A.5] - HTML – *HyperText Markup Language*– Linguagem de marcação para codificação de documentos para a internet.

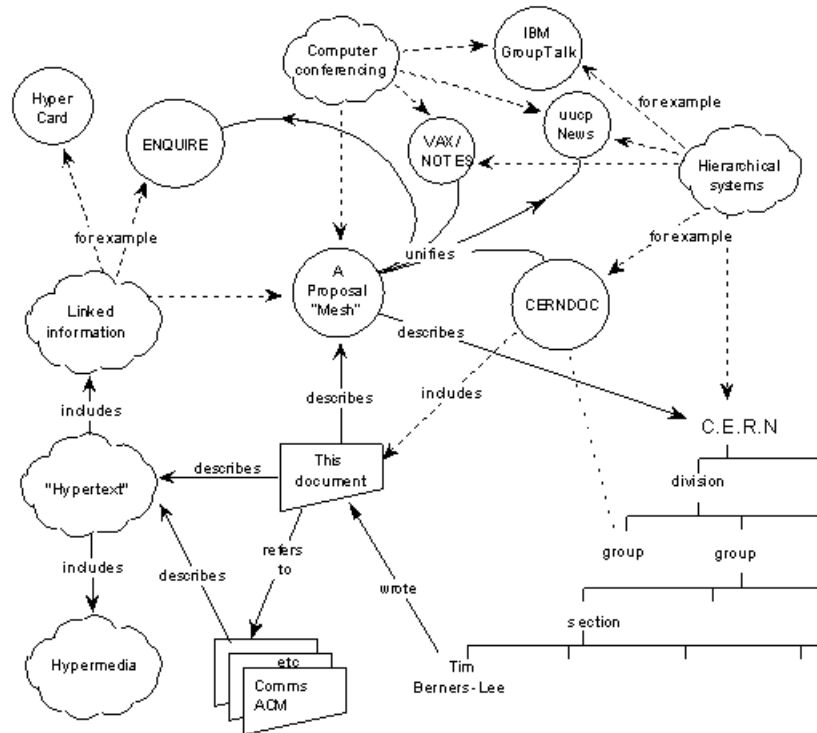


Figura 3.10 – Ideia de um sistema de partilha de ficheiros

Em Julho de 1992 deu-se um grande passo com a abertura da biblioteca de desenvolvimento para WWW - World Wide Web (Rede de Alcance Mundial). Foi essa biblioteca que deu origem à construção de vários browsers WWW e servidores que tornaram a WEB viável. Um desses foi o **Mosaic**, o primeiro browser multiplataforma que explorava completamente a capacidade da WEB. Desenvolvido por **Marc Andreesson**, então do NCSA, o MOSAIC foi o que iniciou o crescimento explosivo da WEB. Em 1993 tornou-se disponível a milhões de usuários, com a disponibilização das versões para Mac e Windows.

Uma das necessidades dos documentos HTML é o de trabalhar correctamente através de diferentes browsers e sistemas operativos. Alcançando esta interoperabilidade consegue-se uma baixa dos custos para as pessoas que desenvolvem páginas, porque assim apenas se desenvolve uma versão do documento. Se um esforço não for efectuado, existe um enorme risco que a web se desenvolva para um sem número de formatos incompatíveis, reduzindo, sem quaisquer dúvidas, todo o potencial comercial da web para todos os participantes.

Cada versão de HTML tem tentado reflectir todo o consenso entre a indústria de software para que o investimento feito pelos autores de páginas não seja desperdiçado, e para

que os seus documentos não deixem de se poder ler num curto período de tempo. O HTML tem sido desenvolvido com o intuito de se adaptar e servir a todos os equipamentos, de modo a que todos fossem capazes de usar a informação da Web, tal como computadores com monitores de diversas resoluções e vários números de cores, equipamentos para input e output de voz, computadores com alta e baixa largura de banda e muito mais.

O HTML 4.0 estende-se pois tem agora mecanismos para folhas de estilo (CSS), scripting, frames (janelas), embedding objects, melhor suporte para texto com direcção variável (esquerda, direita, e ambos), tabelas mais visualizáveis, melhorias nos forms e melhor acessibilidade para pessoas com incapacidades.

3.5.2 Evolução do HTML

- 1992 - Primeira aparição do HTML.
- 1993 - **HTML+** Algumas definições da aparência, tabelas e formulários.
- 1994 - **HTML v2.0** Padronização para as características principais.
- 1994 - **HTML v3.0** Uma extensão do HTML+ entendido como um rascunho de padrão.
- 1995 - **HTML v3.2** Netscape e Internet Explorer definem os seus próprios padrões baseados nas implementações correntes.
- 1995 - **JavaScript** criada por Brendan Eich da Netscape como uma extensão do HTML para o browser Navigator v2.0. JavaScript é uma linguagem de roteiro (script) baseada em objectos e permite que sejam manipulados através de eventos dinâmicos que faltavam ao HTML
- 1996 - **CSS1** Em Dezembro deste ano é apresentada pela primeira vez a Folha de Estilo, criada para complementar a linguagem HTML. Possuía uma formatação simples e cerca de 60 propriedades.
- 1997 - **HTML v4.0** São lançados os browsers Netscape v4.0 (Agosto) e Internet Explorer v4.0 (Outubro) que apresentaram um conjunto de tecnologias (CSS, JavaScript/VBScript e DOM) que juntas disponibilizaram diversos recursos tornando o HTML dinâmico. Surge então o **DHTML**.
- 1998 - **CSS2** Em Maio é lançada a segunda versão da Folha de Estilo que, além de incluir todas as propriedades do CSS1 ainda apresenta por volta de 70 novas propriedades.
- 1999 - **HTML v4.01** Algumas modificações da versão anterior.

- 2000 - **XHTML v1.0** É criado e consiste numa versão XML do HTML v4.01.

3.5.3 Estrutura básica de um documento

A estrutura de um documento HTML apresenta os seguintes componentes:

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN"
```

```
"http://www.w3.org/TR/html4/strict.dtd">
```

```
<html lang="pt">
```

```
<head>
```

```
  <title>Título do Documento</title>
```

```
</head>
```

```
<body>
```

```
  texto,
```

```
  imagem,
```

```
  links,
```

```
  ...
```

```
</body>
```

```
</html>
```

As etiquetas HTML não são case sensitive, isto é, independente de se utilizar letras maiúsculas ou minúsculas, portanto tanto faz escrever <HTML>, <Html>, <html> ou <HtMl>.

Existem diversas tags HTML, contudo, algumas são mais usuais, sendo que se encontram na maioria das páginas Web:

- <html>: define o início de um documento HTML e indica ao navegador que todo o conteúdo posterior deve ser tratado como uma série de códigos HTML.
- <head>: define o cabeçalho de um documento HTML, que traz informações sobre o documento que está a ser aberto.
- <body>: define o conteúdo principal, o corpo do documento. Esta é a parte do documento HTML que é exibida no navegador. No corpo podem-se definir propriedades comuns a toda a página, como a cor de fundo, as margens, e outras formatações.

Cabeçalho

Dentro do cabeçalho podemos encontrar os seguintes comandos:

- `<title>`: define o título da página, que é exibido na barra de título dos navegadores.
- `<style>`: define formatação em CSS.
- `<script>`: define programação de certas funções em página com scripts, podendo adicionar funções de JavaScript.
- `<link>`: define ligações da página com outros arquivos como feeds, CSS, scripts, etc.
- `<meta>`: define propriedades da página, como codificação de caracteres, descrição da página, autor, etc. São meta informações sobre documento. Tais campos são muitos usados por motores de busca para obterem mais informações sobre o documento, afim de classificá-lo melhor. Por exemplo, pode-se adicionar o código `<meta name="description" content="descrição da sua página" />` no documento HTML para indicar ao motor de busca que texto de descrição apresentar junto com a ligação para o documento.

Obs: as tags `<style>` e `<script>` servem tanto para delimitar o espaço usado pelos códigos na página como também para invocar códigos existentes em outros arquivos externos.

Corpo

Dentro do corpo podemos encontrar várias tags, como por exemplo:

- `<h1>`, `<h2>`, ... `<h6>`: cabeçalhos e títulos no documento em diversos tamanhos. (quanto menor for o número, maior será o tamanho da letra)
- `<p>`: novo parágrafo.
- `
`: quebra de linha.
- `<table>`: cria uma tabela (linhas são criadas com `<tr>` e novas células com `<td>`. Já os cabeçalhos de coluna são criados com a etiqueta `<th>`.)
- `<div>`: determina uma divisão na página a qual pode possuir variadas formatações.
- ``: forma um texto (fonte, cor e tamanho) de um trecho do texto.
- ``, `<i>`, `<u>` e `<s>`: negrito, itálico, sublinhado e riscado, respectivamente.
- ``: imagem.

- `<a>`: hiper-ligação para um outro local, seja uma página, um e-mail ou outro serviço.
- `<textarea>`: caixa de texto (com mais de uma linha); estas caixas de texto são muito usadas em blogs, podem ser auto seleccionáveis e conter outros códigos a serem distribuídos.
- `<INPUT>` : campo de entrada que poderá assumir diversas formas definidas no type.

O conteúdo de uma página é todo definido pelas tags, sendo que dentro das tags as diversas opções poderão alterar a sua função e aspecto. Para permitir associar funcionalidades às acções despoletadas pelos botões e outros comandos na página, recorre-se às linguagens de script, que executam procedimentos, acções e validações, entre muitas outras mais (*Schools, 2008*).

3.6 JAVASCRIPT e VBSCRIPT

JavaScript é uma linguagem muito utilizada juntamente com o html, que está presente na maior parte das paginas Web, sejam elas de grande ou pequena dimensão uma vez que o javascript pode ir do mais pequeno detalhe a complexos scripts.

O Javascript é muito dinâmico pelo que pode servir para situações de embelezamento, como funcionalidades para mudanças de cores, acções, eventos “onmouseover” ou “onclick”, como também para funcionalidades de validação, como por exemplo, validações de campos de formulários e/ou número de campos preenchidos entre outras tantas possibilidades.

3.6.1 História

O JavaScript é uma linguagem de programação criada em 1995 por Brendan Eich da Netscape como uma extensão do HTML para o browser Navigator v2.0. É uma linguagem de roteiro (script) baseada em objectos e permite que sejam manipulados através de eventos dinâmicos que faltavam ao HTML. O JavaScript é interpretado pelo browser que executa a abertura duma página, pelo que este implica que apenas poderá ser executado dentro de um

browser. Como resposta ao Javascript, a Microsoft lançou o VBScript, contudo esta linguagem de script apenas é compatível com o Internet Explorer, razão pela qual o seu sucesso é limitado. Já o JavaScript é compatível com o Internet Explorer v3.0 em diante, pelo Netscape Navigator v2.0 em diante, Opera v3.5, Mozilla Firefox em diante que são os *browsers* mais populares. De realçar ainda o facto que usar Javascript não é sinónimo de que funcionará em qualquer browser, uma vez que existem diversas funcionalidades que poderão não correr correctamente. Apesar de serem duas linguagens de scripting, são duas linguagens bastante diferentes, uma vez que uma é conhecida como Server Side Script (VbScript) e a outra Client Side Script (Javascript).

3.6.2 JAVASCRIPT

Como já foi dito anteriormente, o Javascript é uma linguagem de script que é interpretada pelos browsers, sendo assim classificada como Client Side Script.

Possuindo características comuns encontradas na maioria das linguagens de programação, tais como: variáveis, funções, controle de fluxo, e todo um conjunto de operadores, JavaScript possui algumas capacidades de linguagem orientada a objectos. O JavaScript permite ao autor de scripts, aceder, usar e modificar atributos de objectos que surjam numa página de internet, manipulando assim os elementos de uma página.

O HTML por si só não possui dinamismo, isto é, após lido e executado o sistema limita-se a mostrar o resultado, sendo visualizado através da rede WWW. O JavaScript permite correr rotinas associadas a eventos despoletados por diversas formas, transformando as páginas estáticas em elementos dinâmicos. Pode-se dizer que para além da estética criada pelo HTML o Jscript contribui também para a apresentação da página uma vez que rotinas como “onMouseOver” ou “onMouseOut” permitem alterações de cores, imagens, fundos e textos de toda a página. Para além do lado estético, é possível efectuar validações de formulários, verificando se os dados inseridos se encontram dentro dos valores esperados ou se simplesmente os campos do formulário estão todos preenchidos quando se tenta inserir na base de dados, correndo para isso uma função de validação de campos associada ao clique no botão de acção. Permite também a introdução de comandos para a navegação entre páginas e dentro das páginas, com abertura de diversos componentes.

Como já foi referido o Jscript é uma linguagem Client Side, ou seja, é interpretado pelo browser utilizado por quem acede à página em questão, o que poderá gerar incompatibilidades com alguns browsers, contudo, a maioria suporta javascript e, por não ser necessária qualquer instalação de software para que este funcione no computador do utilizador, o JavaScript ganhou uma popularidade e usabilidade (*Heferito, 2008*).

3.6.3 VBSCRIPT

Para competir com o Jscript surgiu o VBScript, que é igualmente uma linguagem de script. O VBScript deriva do VB o que proporcionou à partida uma grande vantagem a nível do conhecimento e experiência uma vez que, contrariamente ao Jscript, este é bastante semelhante a uma linguagem de programação já existente, o que facilita a sua utilização.

O VBscript também permite a utilização de métodos para tratamento de objectos e atributos, sendo semelhante ao seu competidor e também possui ferramentas para dinamizar páginas Web estáticas. O VBScript colocou-se no mercado munido de bibliotecas internas de funções, o que facilita a sua utilização e simplifica bastante o código a programar como mostra o exemplo que se segue, onde se fizeram duas funções distintas, uma em Jscript e a outra em VBScript para se comparar a sua complexidade (*Schools, 2008*).

Function GetDate

Dim MyMonthName

MyMonthName = MonthName(Month(Now), False)

GetDate = MyMonthName & " " & Day(Now) & ", " & Year(Now)

End Function

The JavaScript Code:

function GetDate()

{

var MyMonthName, d;

d = new Date();

switch(d.getMonth() + 1)

```

{
  case 1:
    MyMonthName = "January ";
    break;
  case 2:
    MyMonthName = "February ";
    break;
  . . . . .

  case 10:
    MyMonthName = "October ";
    break;
  case 11:
    MyMonthName = "November ";
    break;
  case 12:
    MyMonthName = "December ";
  }
  return(MyMonthName + d.getDate() + ", " + d.getFullYear())
}

```

Neste exemplo percebe-se bem a utilidade de bibliotecas já programadas internamente, uma vez que reduzem o número de linhas a programar e simplificam quem tenta ler o código. O Jscript permite também a criação de bibliotecas externas e gerais, contudo é preciso criá-las e é consumido tempo na criação destas. O facto do VBScript ser uma linguagem de programação Server Side, indica que toda a parte de programação script é interpretada pelo servidor, sendo apenas enviado para o cliente o resultado final da página. Este sistema torna a página mais leve a nível de conteúdo, isto é, ao ser passado o resultado não passa todo o código escrito como no jscript (*Flanagan, 2006*).

3.6.4 Conclusão

Existem vantagens e desvantagens em ambos os casos, uma vez que o VBScript deriva de uma linguagem conhecida, é visto como uma linguagem mais simples de aprender, as bibliotecas internas são uma mais valia, e o facto de ser Server Side implica menos carregamento de dados para o cliente, tornando o carregamento da página mais rápido, deixando o processamento do lado do servidor. Ao não ser case sensitive o Vbscript torna-se menos susceptível a falhas de programação, ao contrário do JavaScript não necessita do “;” para terminar os procedimentos e o VBScript pode ser visto como um inglês em forma de programação, uma vez que os ciclos “for to” são escritos de forma intuitiva.

Por sua vez, o Javascript possui compatibilidades bastante acentuadas em comparação com o VBScript, e a sua maior utilização torna-a como uma escolha quase involuntária pois grande parte dos sistemas já a usam, e quem cria novas páginas acaba por seguir a tendência. A grande vantagem do JavaScript sobre o VBScript assenta sobre a sua utilização em qualquer browser, o que nos dias de hoje é sinónimo de sucesso.

Ambas são bastante utilizadas, com as suas vantagens e desvantagens, sendo que a escolha depende sempre de factores como o conhecimento prévio de uma ou outra linguagem, o alvo a que se propõe e as preocupações com as compatibilidades.

3.7 CSS

Formatar informação dos sites não é algo novo. Por volta de 1970, no começo da trajetória do SGML, já se falava nesta ideia.

Quando o HTML foi criado, a preocupação inicial era a partilha de documentos e que estes chegassem ao destino em condições legíveis. A popularidade que o HTML teve foi seguida também pela sua evolução, começando a ter preocupações com a estrutura e embelezamento do documento. À medida que se costumizava um título, uma label, uma caixa de texto ou mesmo uma tabela, o código começou a tornar-se difícil de entender e com uma manutenção dispendiosa.

Perante um cenário de constante evolução do HTML e uma crescente complexidade do código, Håkon Wium Lie, por meados de 1994, propôs um método de formatação de informação através do CSS, Cascading Style Sheets.

Bert Bos, que estava então a desenvolver um browser de nome ARGO, foi convidado por Hakon para desenvolver o projecto CSS, que aceitou e em 1995 apresentaram a proposta ao W3C (WWW Consortium) que resolveu criar uma equipa com estes dois membros e aprofundar a questão da formatação de elementos HTML.

Nos anos que se seguiram foram apresentadas as versões de CSS, devidamente apoiadas pela W3C.

O exemplo que se segue indica uma simples formatação css.

```
/* comentário em css, semelhante aos da linguagem c */
body
{
    font-family: Arial, Verdana, sans-serif;
    background-color: #FFF;
    margin: 5px 10px;
}
```

Todo o elemento que se associar ao style body terá uma fonte arial, num fundo branco com as margens indicadas.

A grande vantagem deste tipo de separação da formatação do resto do código é eliminar a repetição de formatações, uma vez que estas se encontram reunidas num só local da página ou mesmo uma folha de estilo, exterior ao html mas dentro do mesmo projecto. Para se definir todas as primeiras palavras da tabela com uma determinada cor, tamanho e fonte basta definir uma única vez o estilo e associá-lo a todos os locais que se pretende aplicar.

A nível de manutenção, torna-se bastante eficaz uma vez que, para correcções ou alterações, bastará apenas alterar uma vez para cada estilo em vez de se alterar tantas vezes quantas surgissem no código, e permite, caso seja em folha de estilo, alterar a folha e mudar completamente o visual de uma página html (*Schools, 2008*).

4. Projecto do Sistema

Neste capítulo pretende-se dar uma visão mais técnica e detalhada do sistema implementado, onde se descreve o seu conteúdo, o seu funcionamento e a forma como foi desenvolvido.

4.1 Estrutura Geral

O sistema implementado faz a ligação entre o hardware de monitorização e o utilizador do equipamento. Este hardware consiste num projecto feito pelo colega Nelson Ribeiro que consiste num sistema para obtenção de dados vitais de pacientes através de sensores colocados no aparelho e envia os dados periodicamente para um computador local que, por sua vez, processa esses dados e coloca-os em ficheiro xml. Esses ficheiros são enviados sempre que possível para o servidor central, onde se encontra alojada a aplicação web e a respectiva base de dados que carrega os dados quando algum utilizador se tenta ligar à aplicação.

Após os dados carregados na base de dados, este continua a monitorizar o sistema e vai mostrando o estado do paciente.

Os dados adquiridos são os batimentos cardíacos, a temperatura, a humidade, o movimento, a temperatura ambiente e a localização geográfica.

O sistema permite, a cada utilizador criar um sistema de regras individual, pelo que cada um terá as suas condições de alarme e perigo, podendo assim ser configurável por um enfermeiro, um médico ou alguém especializado.

Todas as medições estão disponíveis até à data, pelo que poderá ser obtido um historial de cada paciente, bem como todas as medições obtidas.

Foi implementada uma interface com o google maps, o que torna a aplicação mais interactiva, uma vez que permite visualizar a posição do paciente dentro e fora de portas, mostrando um sinalizador de estado.

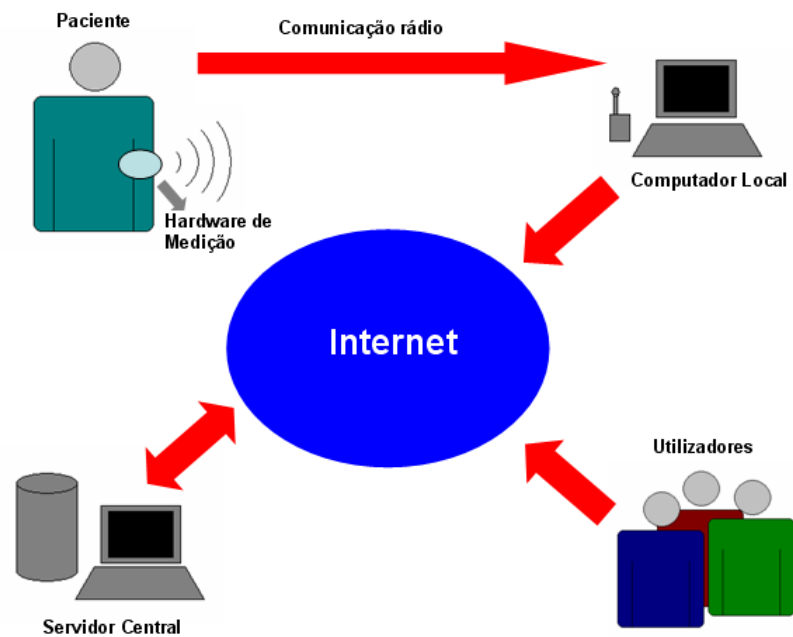


Figura 4.1 – Estrutura do sistema de monitorização

Pela figura 4.1, percebe-se que a Internet tem um papel fundamental para o desenrolar deste projecto, sendo o centro de toda a comunicação. A comunicação inicial é feita via rádio entre o paciente e o computador local, contudo, o sistema a partir desse ponto funciona completamente baseado no sistema de internet. Não existe qualquer interacção dos utilizadores com o computador local do paciente, apenas com o servidor onde se encontra guardada a informação. Este acesso é feito através de um utilizador e password devidamente atribuídos na altura do registo.

4.2 Descrição do sistema

Um bom sistema de aquisição de dados deve ser composto por duas partes, o bloco de sensores que trata da obtenção dos dados, e a interface que mostra os dados obtidos de forma tratada.

Pretende-se uma aplicação que armazene os dados obtidos e que também sirva para tratar os dados obtidos de forma a mostra-los ao utilizador. Com base neste raciocínio a aplicação desenvolvida divide-se em dois grupos distintos, a parte de backoffice, constituída por um conjunto de tabelas que foi implementado através do MS ACCESS, e a interface web, que faz a ponte com o utilizador através da internet, desenvolvida em HTML/ASP[A.6].

[A.6] - ASP – *Active Server Pages* – Estrutura de programação em script e HTML

4.2.1 Base de Dados

Para suportar o grande fluxo de dados que são recebidos e poder mostrá-los em tempo real, e ao mesmo tempo armazená-los para consultas futuras, foi necessária a implementação de uma base de dados. A base de dados escolhida foi a MS ACCESS, uma vez que permite uma ligação imediata e simples com a plataforma de desenvolvimento escolhida, o ASP. Para além de toda a informação recebida, é necessário reter todos os utilizadores com acesso à aplicação, bem como informação extra sobre cada paciente que não é enviada pelo computador local. Juntamente com todas as informações pessoais e clínicas, utilizadores e medições, tem-se também os diferentes conjuntos de regras para cada paciente que, ao serem distintas de pessoa para pessoa têm que ser registadas e carregadas quando se abre a aplicação. A aplicação baseia-se então numa estrutura de base de dados com uma tabela de utilizadores, dados pessoais, regras e resultados. Foi ainda utilizada uma tabela auxiliar no fluxo de administração para mostrar todos os utilizadores no mapa. Esta tabela é auxiliar na medida em que todos os registos são utilizados naquele momento e posteriormente apagados. Na figura 4.2 é possível ver as quais as tabelas criadas bem como as relações entre si.

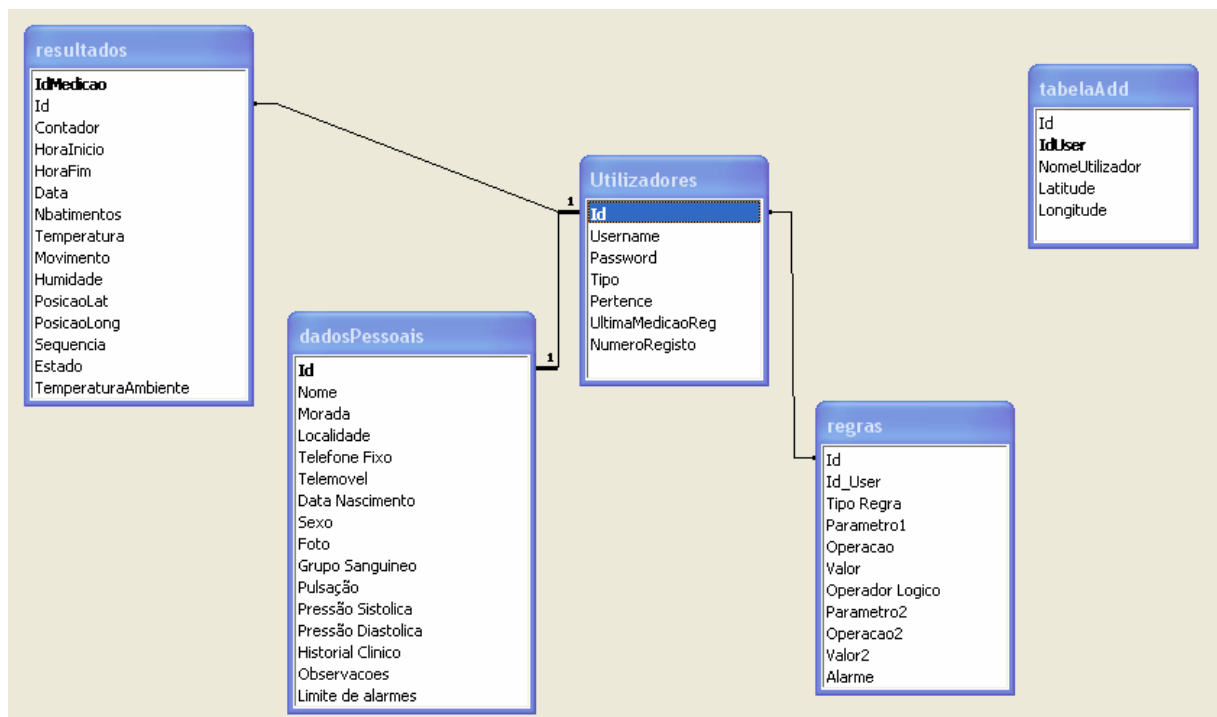


Figura 4.2 – Esquema do modelo de dados da aplicação.

Tabelas

Utilizadores

Fundamental para toda a estrutura da aplicação, a tabela de utilizadores guarda como o próprio nome indica, todos os utilizadores que tenham acesso à aplicação, quer sejam utilizadores individuais quer sejam colectivos. Esta tabela retém também o número de registo que é fundamental para a associação do login ao ficheiro de medições a ler, como já foi explicado anteriormente.

DadosPessoais

Nesta tabela é guardada a informação pessoal de cada paciente, desde os dados pessoais aos clínicos. Esta informação serve para identificar o paciente e associá-lo a um utilizador. A função principal destes dados é meramente informativa para o utilizador.

Regras

Cada utilizador terá o seu conjunto de regras e valores, pelo que esta tabela serve para guardar essa informação. Estas regras são mostradas na página de medições através de um filtro de utilizador. É possível alterar, remover e adicionar regras a cada utilizador.

Resultados

Esta tabela armazena todas as informações obtidas no servidor provenientes de cada um dos computadores locais que recebem a informação do hardware. Todos os ficheiros recebidos são lidos, e os registos são guardados nesta tabela. O campo Id define quais os dados a mostrar na aplicação a cada utilizador que faça login.

TabelaAdd

Tabela auxiliar que serve para guardar dados temporários. Serve unicamente para permitir guardar elementos durante a navegação numa das páginas do sistema. Sempre que se sai daquele fluxo de páginas a tabela é limpa.

4.2.2 Interface Gráfica

Para a interacção com o utilizador foi implementada uma interface gráfica que tem como objectivo permitir a visualização em tempo real dos dados obtidos pelo hardware.

Uma vez que se trata de dados confidenciais e que nunca deverão ser acedidos por quem não tem permissão para o fazer, foi criado um sistema de login para que a cada utilizador esteja atribuído um único paciente. Existe ainda a figura do administrador, que tem como função monitorizar diversos pacientes em simultâneo. Para ser feito o login é necessário um registo prévio ao qual todos os utilizadores da página terão acesso, desde que possuam um número de registo ao qual poderão associar o utilizador que estão a criar. Pretende-se com esta interface seguir as medições dos pacientes e extrair gráficos e relatórios do histórico de medições.

Na figura 4.3 é demonstrado o fluxograma da aplicação para melhor se compreender as funcionalidades existentes, e como estas estão interligadas.

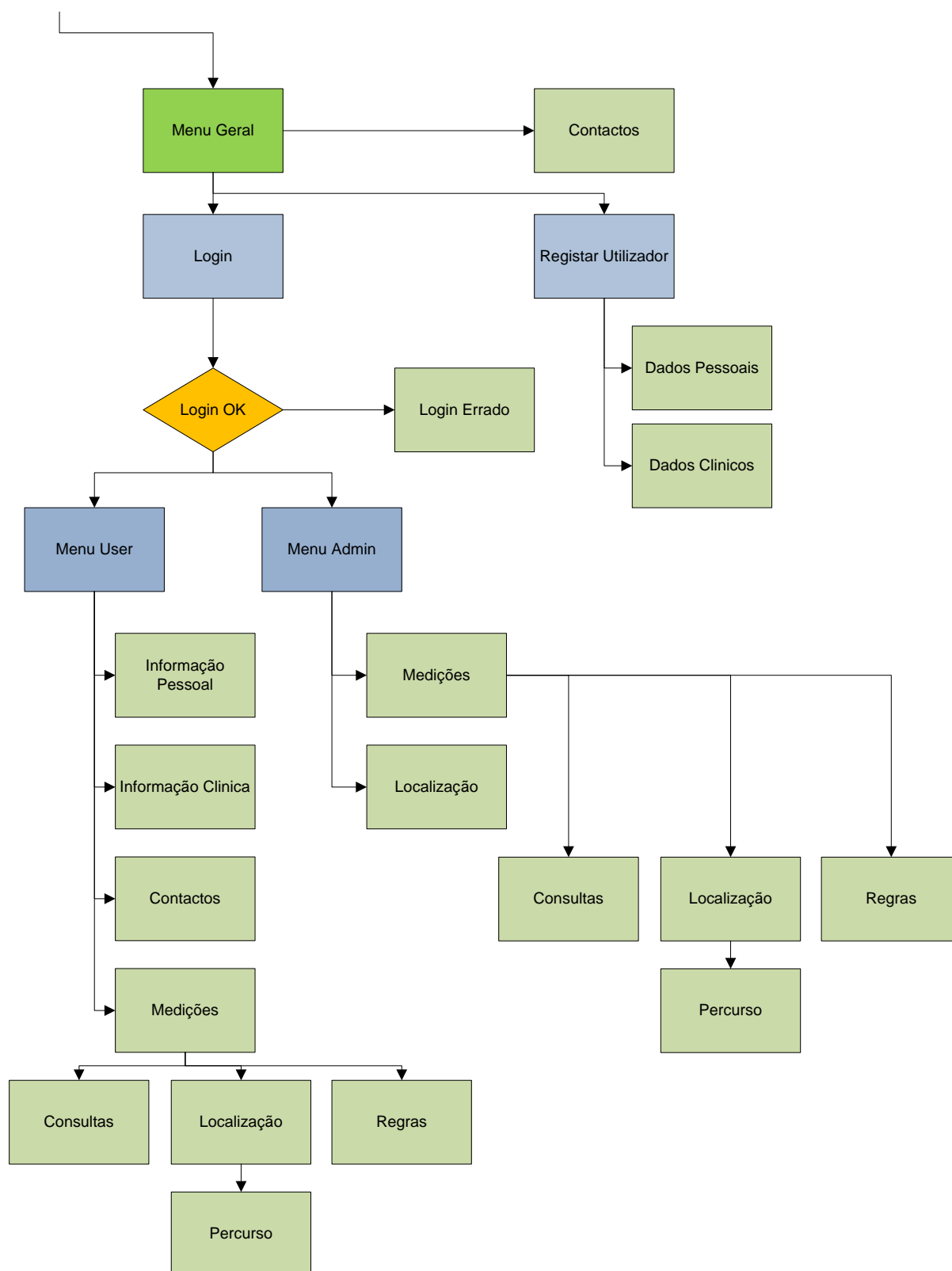


Figura 4.3 – Fluxograma das funcionalidades da aplicação de monitorização.

4.3 Descrição da aplicação de interface com o utilizador

O utilizador, para aceder à interface que permite a leitura dos dados, terá que aceder através da internet ao site alojado no servidor principal. Ao colocar o endereço da aplicação, é redireccionado para a página de entrada da aplicação, Figura 4.4, que é uma página sem necessidade de registo estando assim acessível a qualquer pessoa que navegue na internet.

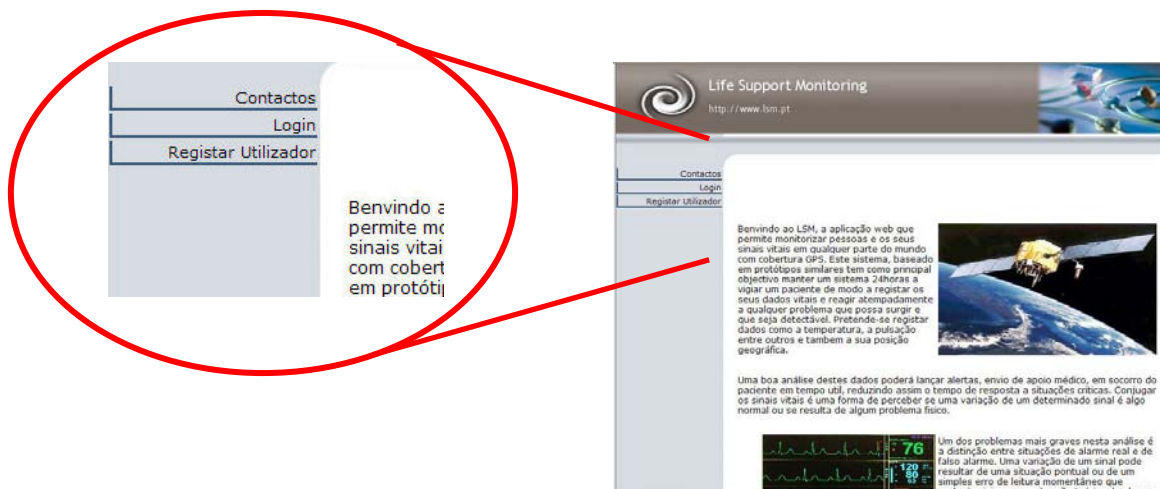


Figura 4.4 – Página de entrada da aplicação.

Através desta página é possível aceder à página para Login ou, caso ainda não possua registo, pode ligar-se à área de registo de utilizador. Existe ainda a possibilidade de aceder à página de contactos.



Figura 4.5 – a) Página de registo de utilizador b) Página de login.

Na imagem da esquerda está a página de registo de utilizadores onde é definido o Username e a respectiva Password, bem como o Código de Registo. O Código de registo é um código composto por 16 dígitos, números e letras, através do qual se identifica qual o ficheiro de medições a carregar na aplicação. O hardware gera um ficheiro de medições que por sua vez é enviado para o servidor para ser carregado. Este ficheiro possui um código único que terá que ser fornecido no registo de utilizador. A inexistência deste código no registo inviabiliza o registo e, caso seja colocado um código errado, este registo nunca irá ter acesso às medições correctas, pois o ficheiro a ler será um ficheiro inexistente ou incorrecto, impossibilitando assim a fraude no registo de utilizador.

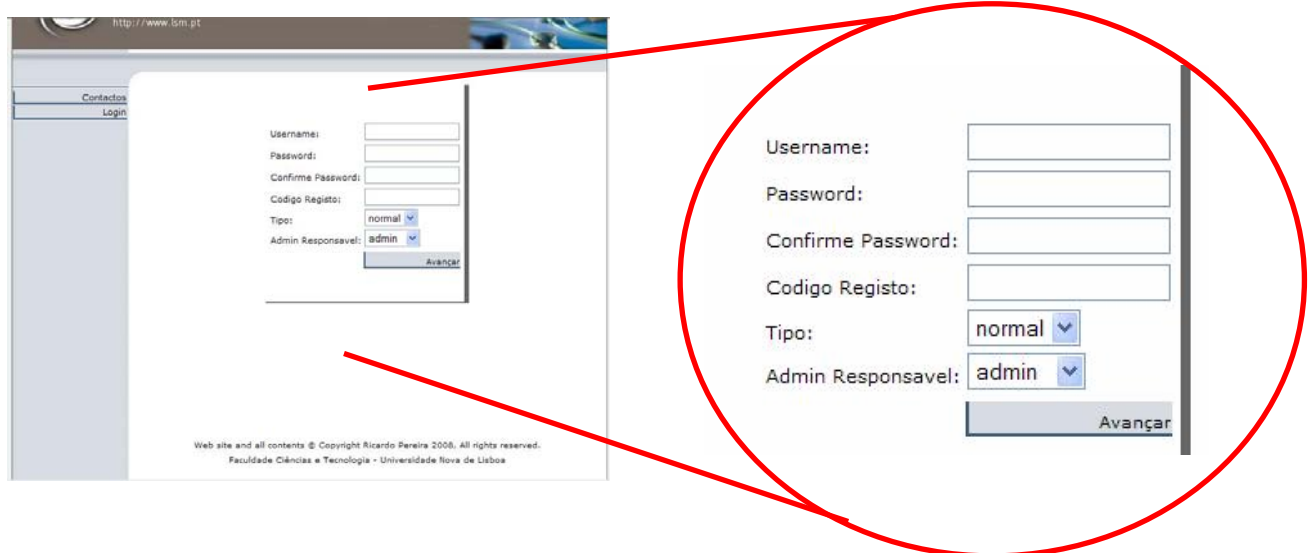


Figura 4.6 – Página de registo de novo utilizador.

Para além dos campos Username, Password e Código Registo, existem ainda o campo de confirmação de password, bastante comum nos registos de utilizadores, e dois campos muito importantes, Tipo e Admin Responsável. O campo Tipo poderá ser normal ou admin, sendo que na escolha de utilizador normal existe a necessidade de atribuir este a um administrador. Caso se opte pelo registo de um administrador, tanto o código de registo como o admin responsável deixam de ter influência no registo.

Os dados informativos sobre o paciente associado a este utilizador também são necessários para se poder distinguir qual o elemento que será portador do hardware de medição, figura 4.7. Estes dados servem para elaborar uma ficha pessoal e clínica com acesso através do site. Os dados a recolher são os mais elementares como o nome, morada, localidade, data de nascimento, sexo e contactos telefónicos. Permite ainda recolher informação para a ficha clínica registando o tipo de sangue, o ritmo cardíaco médio e tensão arterial, que servem de referência durante as medições efectuadas, e dois campos de texto livre. Serve também para definir o número de limite de alarmes, o qual será falado mais à frente neste capítulo.

O formulário de registo de novo utilizador, dados pessoais, apresenta os seguintes campos:

- Nome:
- Morada:
- Localidade:
- Telefone Fixo:
- Telemovel:
- Data Nascimento: (ex. 2000-01-01)
- Sexo:
- Grupo Sanguíneo:
- Pulsção:
- Pressão Sistólica:
- Pressão Diastólica:
- Historial Clínico:
- Observações:
- Limite de alarmes:

Botão:

Figura 4.7 – Página de registo de novo utilizador, dados pessoais.

4.3.1 Gestão de utilizadores

A página de login permite o acesso à informação restrita se o acesso for validado com sucesso, figura 4.8. Este acesso permite a entrada em duas áreas distintas que são automaticamente geridas mediante o tipo de utilizador que faz o login. Caso o utilizador indicado seja um utilizador particular, ou seja um utilizador singular, este entrará numa área onde terá toda a informação do paciente ao qual está associado o login. Se o utilizador tiver privilégios de administração, então a página a aparecer será a inicial de administração com os utilizadores a ele atribuídos.



The image shows two versions of a login form. The left version is a successful login, with fields for 'Username:' and 'Password:', and a blue 'Entrar' button below them. The right version shows the same fields, but with a red error message 'UserName or Password Invalid' displayed below the password field.

Figura 4.8 – Módulo de login e falha de login.

Caso o login não seja efectuado com sucesso aparecerá uma indicação de utilizador ou password inválidos. O módulo de login consiste numa pesquisa à base de dados com os dados inseridos nos campos username e password por forma a obter correspondência do utilizador.

4.3.1.1 Utilizador Singular:

No caso que se segue o utilizador fez o login correspondente ao paciente “Ricardo Pereira”.



The image shows the main interface of the 'Life Support Monitoring' (LSM) web application. The header includes the logo and the URL 'http://www.lsm.pt'. A sidebar on the left contains navigation links: 'Informação Pessoal', 'Medições', 'Contactos', and 'Logout'. The main content area is titled 'Login paciente: Ricardo Pereira'. It contains a welcome message, a description of the system's purpose (monitoring vital signs and location via GPS), and a warning about false alarms. Below the text, there are two small graphs showing vital signs (heart rate and temperature) and a satellite image of the Earth. The right side of the interface shows a close-up of a medical device, possibly a stethoscope or a sensor.

Figura 4.9 – Página principal após o login.

Nesta página o utilizador já se encontra numa página de acesso restrito, ou seja, todo o conteúdo apresentado deste ponto em diante já não está acessível a qualquer utilizador da internet, pois é necessário o login e o nome do paciente ao qual está associado o login fica disposto no canto superior direito da página.

Existe agora um conjunto de possibilidades ao serviço do utilizador que aparecem no menu à esquerda da página.

Através do botão de informação pessoal, é possível confirmar toda a informação pessoal e médica inserida no acto do registo do utilizador.



Figura 4.10 – a) Dados Pessoais, b) Dados Clínicos.

A imagem da esquerda reflecte os dados pessoais básicos enquanto que a da direita já possui alguma informação mais delicada, como (são) os dados clínicos de cada paciente.

A opção seguinte do menu é a parte que realmente toca à monitorização do paciente em si e o tratamento de informação recebida.

Acedendo ao menu de Medições obtém-se o seguinte quadro:

Life Support Monitoring
http://www.lsm.pt

Menu
Informação Pessoal
Posição
Contactos
Logout

Login paciente: Ricardo Pereira

Dados Obtidos:

Pulsação	Temperatura	Temperatura Ambiente	Movimento	Queda	Estado	Última Medição
96	35	29	ALTA	OK	Alarme	10:12:55

Consultar Medições
Adicionar Regra Simples
Adicionar Regra Composta

Regras Existentes:

Apagar	Parametro	Valor	Parametro	Valor	Esperado	Resultado
	Temperatura	> 30			Ok	Ok
	Pulsacao	> 45			Ok	Ok
	Pulsacao	> 10	E	Pulsacao > 10	Ok	Ok
	Temperatura	< 100			Ok	Ok
	Pulsacao	> 50	E	Temperatura < 100	Perigo	Perigo
	Pulsacao	> 24			Ok	Ok
	Pulsacao	> 70			Alarme	Alarme

Sistema de alarme activo.
Numero de alarmes em estado de Perigo - 1

Relatório

Figura 4.11 – Página de medições obtidas.

Nesta página, figura 4.11, obtém-se a primeira informação relativa aos dados obtidos. No espaço superior é dada a última medição efectuada e o respectivo estado a que esta corresponde. Este estado é definido através de um conjunto de regras que o utilizador cria. Na parte inferior do ecrã estão dispostas informações relativas ao estado final do paciente. O estado do paciente poderá despoletar alarme através de duas formas, se numa regra na qual o teste é feito em busca de alarme e a regra é cumprida então é uma situação de alarme. Poderá ainda ser definido um limite de regras em estado intermédio “Perigo”, através do qual, se se exceder um determinado limite de regras em estado de perigo então é considerado como estado de “alarme”.

Através do ícone à esquerda de cada regra é possível eliminar a respectiva regra.

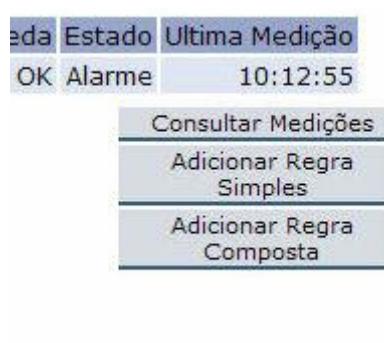
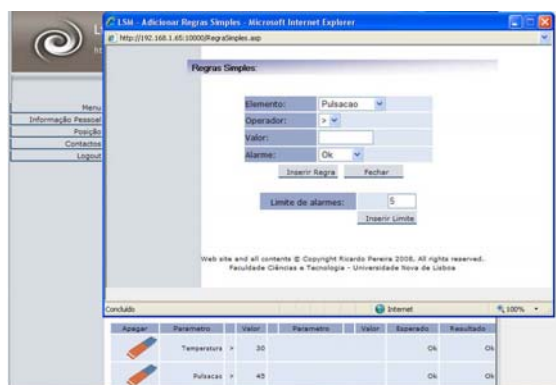
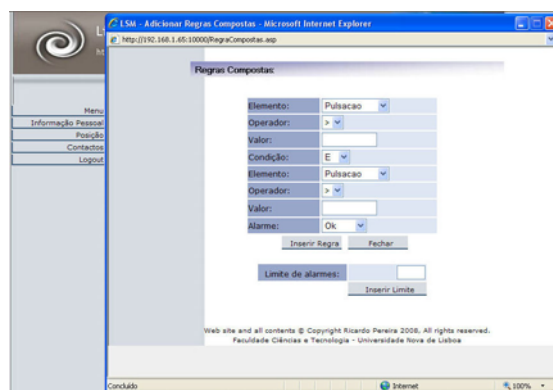


Figura 4.12 – Botões com funções na página de medições obtidas.

Neste conjunto de botões, figura 4.12, é possível criar regras simples e compostas, bem como consultar as medições efectuadas.



a)



b)

Figura 4.13 – **a)** Introdução de regras simples **b)** Introdução de regras compostas.

Nestes ecrãs, figura 4.13, para além da criação de regras, simples ou compostas, é possível alterar o limite mínimo de regras em estado de perigo. A criação de regras é constituída neste caso pelos elementos de pulsação ou temperatura, sendo que posteriormente poder-se-á adicionar mais elementos a estas regras, tendo assim a possibilidade de especificar as regras consoante os dados obtidos.

Através do botão de consulta de medições vai-se para uma página que se pode dividir em duas partes. Na primeira, a disposição típica de um quadro de medições e na segunda com gráficos dos dados obtidos.

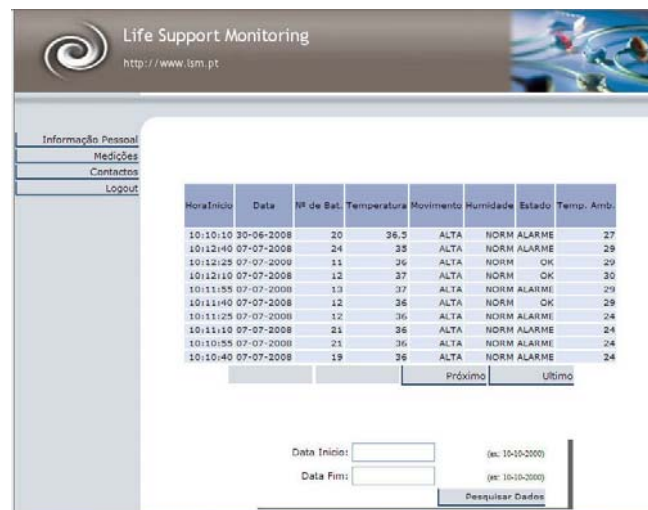


Figura 4.14 – Lista de dados obtidos já armazenados na base de dados.



Figura 4.15 – Gráficos elaborados com base nos dados registados na base de dados.

Nas duas partes, é possível uma pesquisa por data dos registos e, no caso da lista de medições, é possível navegar pelos dados através dos botões de navegação.

Para a criação dos gráficos existe também um menu de pesquisa por data, sendo que neste caso o gráfico estende na horizontal, sendo possível navegar através de uma *scroll bar* horizontal.

Os gráficos apresentados são relativos aos batimentos cardíacos e à temperatura registada, fazendo sempre a comparação com os valores de referência.

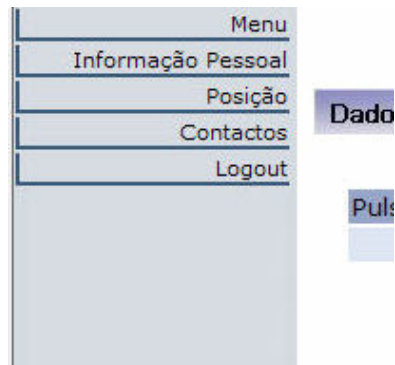


Figura 4.16 – Menu de funcionalidades disponíveis.

No menu da esquerda surge agora uma nova funcionalidade disponível, que é a Posição. Um dos dados obtidos é o posicionamento através de coordenadas GPS. Com os dados obtidos é feita a leitura da posição geográfica do paciente.

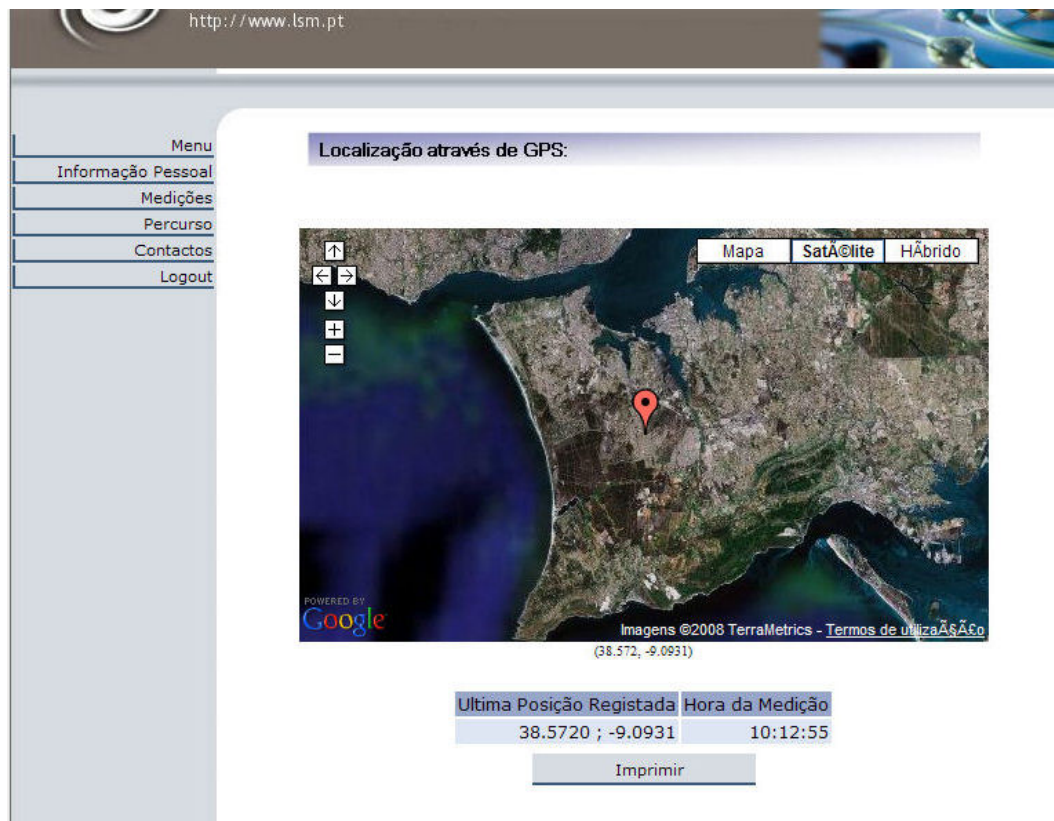


Figura 4.17 – Página de posicionamento GPS.

Utilizando uma API [A.7], do google maps, é possível posicionar o paciente no mapa. A última posição registada é apresentada no ecrã, bem como a hora da última medição

[A.7] - API – *Application Programming Interface* – Interface que permite a utilização de uma aplicação noutras.

recebida pelo sistema. Novamente no menu da esquerda existe outra funcionalidade, “Percurso” que permite ver o percurso efectuado pelo paciente.

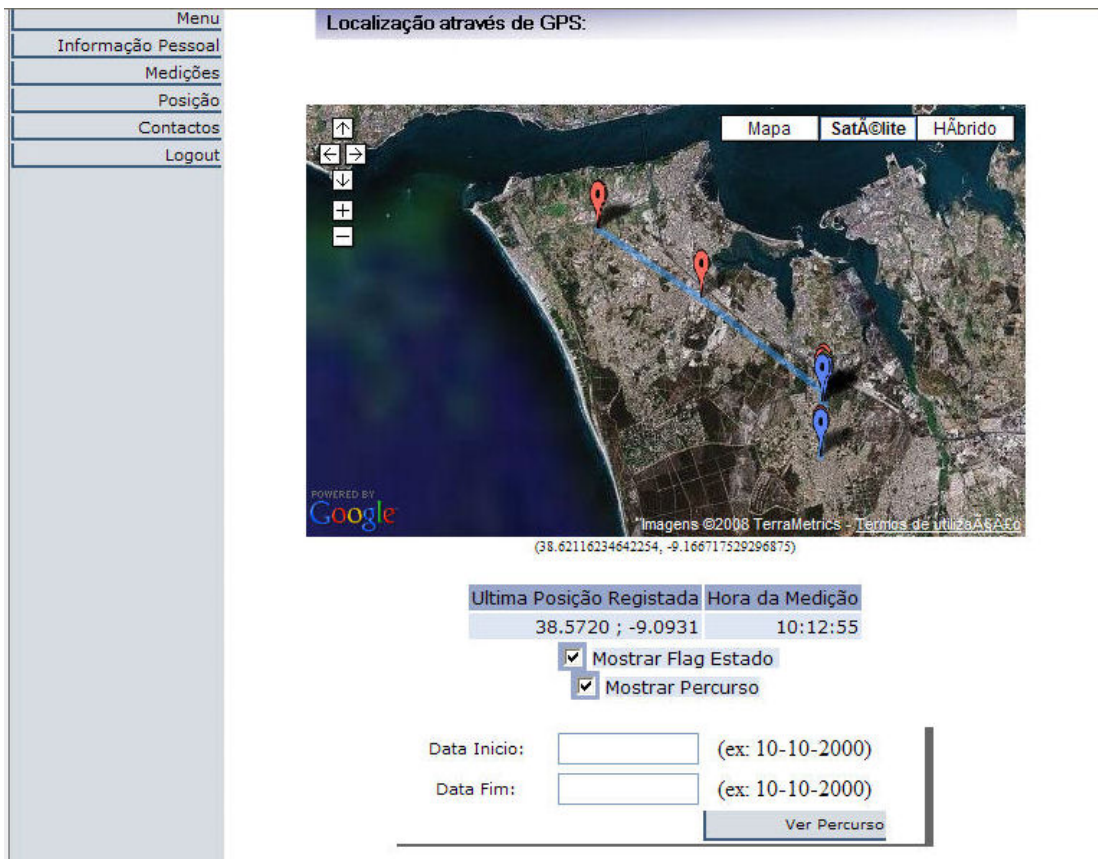


Figura 4.18 – Página de percurso recorrendo a coordenadas GPS.

Neste mapa, figura 4.18, podem ser mostrados dois tipos de informação. O estado do paciente em cada local e o percurso por ele efectuado. Para possibilitar essa escolha existem duas opções de checkbox que podem ser seleccionadas em simultâneo.

A linha a azul mostra o percurso efectuado pelo paciente, e os apontadores mostram o estado do paciente.

O apontador azul indica que o paciente se encontra no seu estado normal, o amarelo indica que existe pelo menos uma das regras de perigo que se encontra em confirmação, e o vermelho indica que o paciente se encontra em estado de alarme.

É possível também verificar o percurso entre determinada data, usando para o efeito o formulário de pesquisa que se encontra na imagem anterior.

4.3.1.2 Utilizador de administração:

A segunda possibilidade na página de login será utilizando um utilizador de administração ao qual estará associado um ou mais pacientes que se pretendem monitorizar. O objectivo deste utilizador é o de servir clínicas, centros de saúde, lares, entre outros, que pretendam ter um controlo sobre um conjunto de pessoas.

A forma escolhida para que se possa associar um paciente a um administrador consiste no registo feito, atribuir o paciente a um dos vários administradores existentes.

Após o login com um utilizador com privilégios de administrador a página que surge é a seguinte:

The screenshot shows the administration interface. On the left sidebar, there are links for 'Contactos', 'Localização GPS', and 'Logout'. Below these, a section titled 'Estado Pacientes' shows a summary: 'Normal: 4', 'Perigo: 1' (with a red dot icon), and 'Alarme: 1'. The main content area displays a list of patients. At the top right of the main area, it says 'MODO: Admin'. Below this, there are navigation buttons for 'Próximo' and 'Ultimo'. The patient list shows three entries:

Paciente	Número de Batimentos	Temperatura	Movimento	Humidade	Ultima Medição	Estado	Ações
Ana Rita	21	37	ALTA	NORM	10:10:40 - 01-07-2008	NORMAL	Medições Actualizar Medições
maria joao	1	35	ALTA	NORM	11:10:55 - 02-07-2008	PERIGO	Medições Actualizar Medições
Ricardo Pereira	24	35	ALTA	NORM	10:12:55 - 07-07-2008	ALARME	Medições Actualizar Medições

Figura 4.19 – Página principal de acesso através de login de administração.

Nesta página são listados todos os utilizadores que estão associados a este administrador.

A lista de utilizadores contém, para além do nome, uma fotografia e a última informação lida pelo sistema.

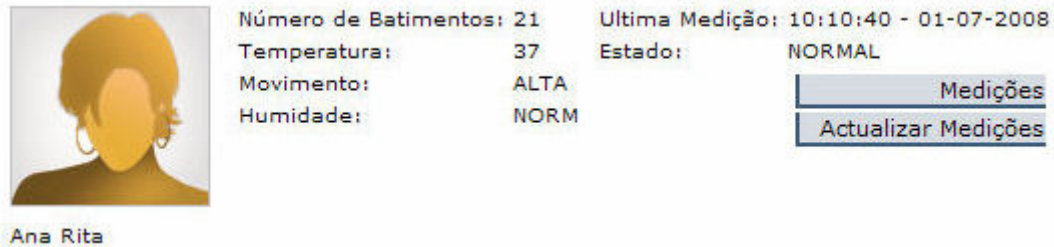


Figura 4.20 – Excerto da página principal, espaço atribuído a um paciente no conjunto de pacientes por administrador.

No fundo da página existe um formulário de pesquisa por utilizador ou utilizadores, uma vez que é feita uma filtragem dos utilizadores pelo valor inserido na caixa de texto.

Por exemplo se se inserir a palavra “Rita”, todos os utilizadores associados a este administrador que tenham Rita no nome irão aparecer na lista final.

A cada paciente está associado um botão de Medições e um de actualização. O botão de medições permite ao administrador percorrer os ecrãs como se se tratasse de um login singular, tendo acesso a todas as funcionalidades existentes e já explicadas no tópico anterior. Por outro lado, caso deseje forçar o carregamento de dados, poderá fazê-lo através do botão de actualização de medições. Realça-se que todas as páginas possuem um mecanismo que corre minuto a minuto, fazendo o carregamento da informação para a base de dados. Como no caso de teste não existe a colocação de ficheiros na pasta do servidor, esta função encontra-se desabilitada.

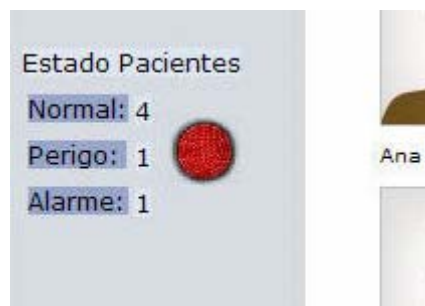


Figura 4.21 – Excerto da página principal, resumo dos estados de todos os utilizadores a cargo deste administrador.

À esquerda da listagem de pacientes encontra-se um resumo do estado dos diversos pacientes, figura 4.21. Neste quadro é analisada a situação de todos os pacientes, sendo sempre afectada uma variável do tipo semáforo pelo pior cenário possível. Caso exista pelo menos 1 paciente no estado de alarme, então a cor do símbolo a aparecer será vermelha, caso exista pelo menos 1 paciente no estado perigo e nenhum no estado de alarme, a cor do semáforo será amarela, e no caso de todos os pacientes estarem no estado normal, o semáforo aparecerá na cor verde.

Existem links de pesquisa rápidos neste quadro, ou seja, caso o administrador queira aceder rapidamente aos pacientes em alarme, perigo ou normal, basta efectuar um click em cima dos valores que será feita uma pesquisa e os pacientes a aparecer na lista serão apenas os referentes ao click efectuado.

Através do menu à esquerda é possível aceder à página de localização global de todos os pacientes que pertencem ao seu controle.

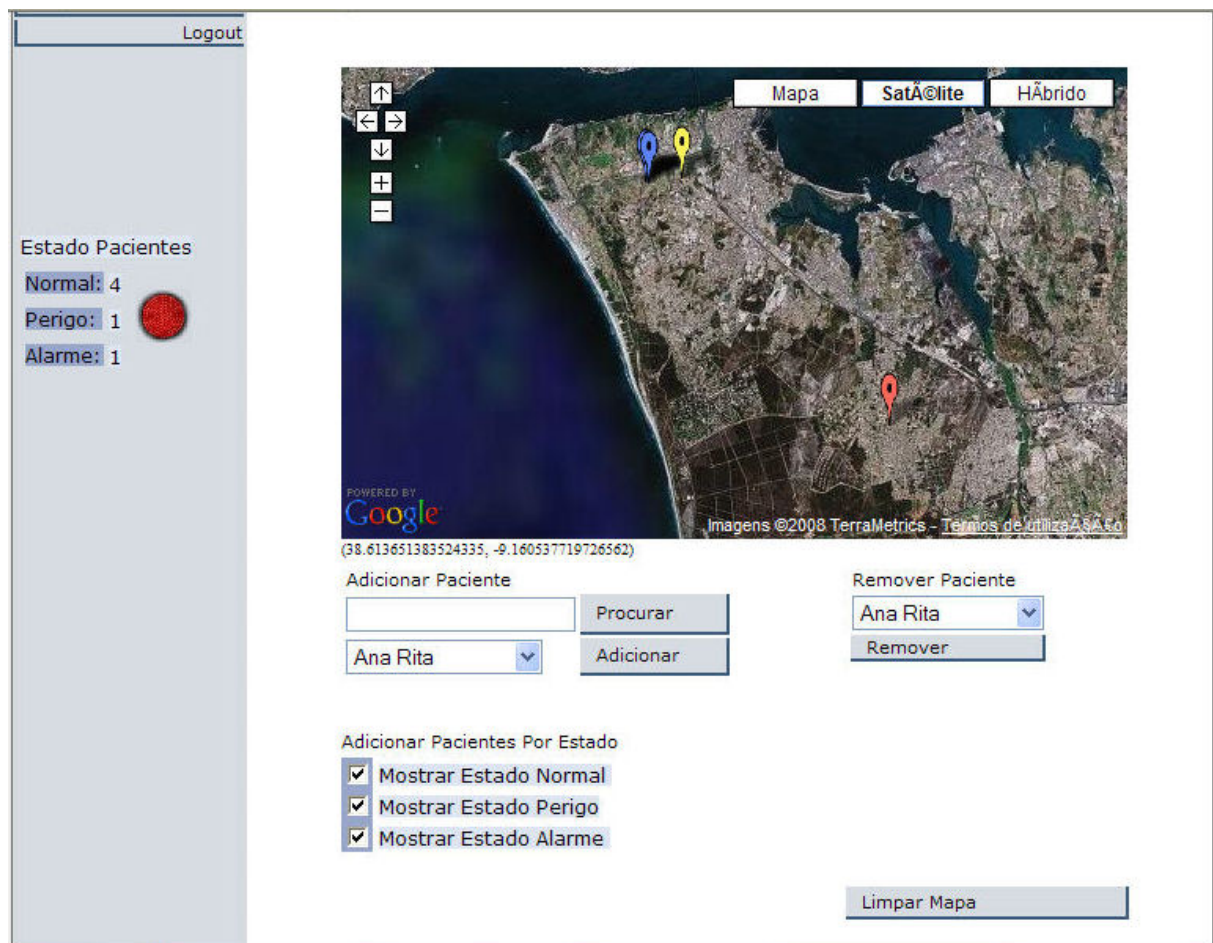


Figura 4.22 – Página de localização de pacientes global.

Nesta página é possível procurar pacientes e verificar a sua posição bem como o estado em que se encontram. O sistema permite ainda colocar no mapa os pacientes consoante o seu estado de saúde.

4.3.2 Apresentação dos sinais a monitorizar

A apresentação dos sinais é feita através de 3 formas distintas, usando tabelas, gráficos e os mapas do *google Maps*.

4.3.2.1 Google Maps API

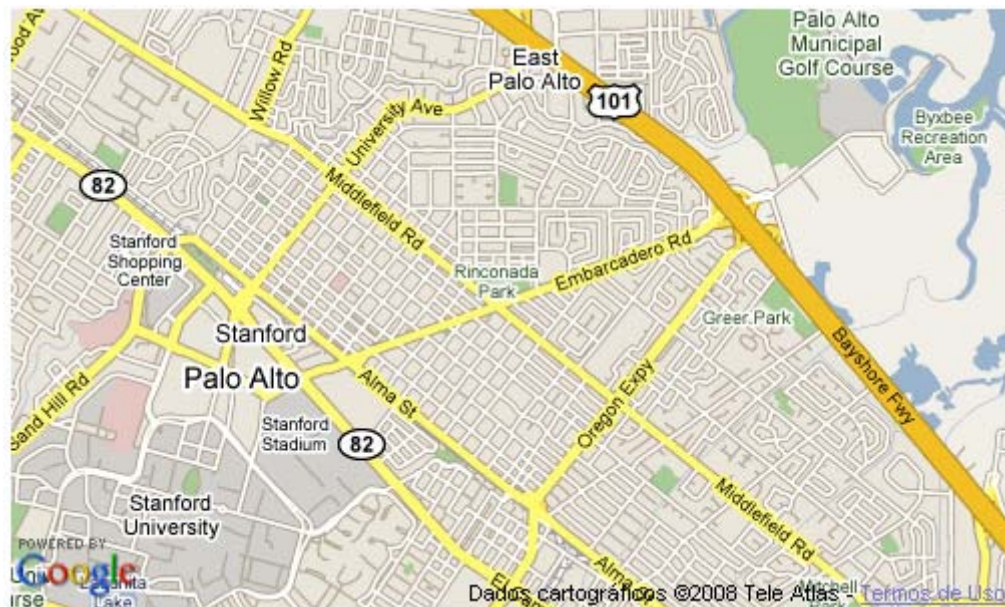


Figura 4.23 – Google maps API imagem de apresentação.

Como já foi mostrado em imagens anteriores, foi implementada a funcionalidade de visualização de posicionamentos e percursos através da API do *Google Maps*, que permite a utilização dos mapas de todo o mundo localizados no servidor do Google (*Maps*, 2008). Na figura 4.23 é possível ver um exemplo da API utilizada.

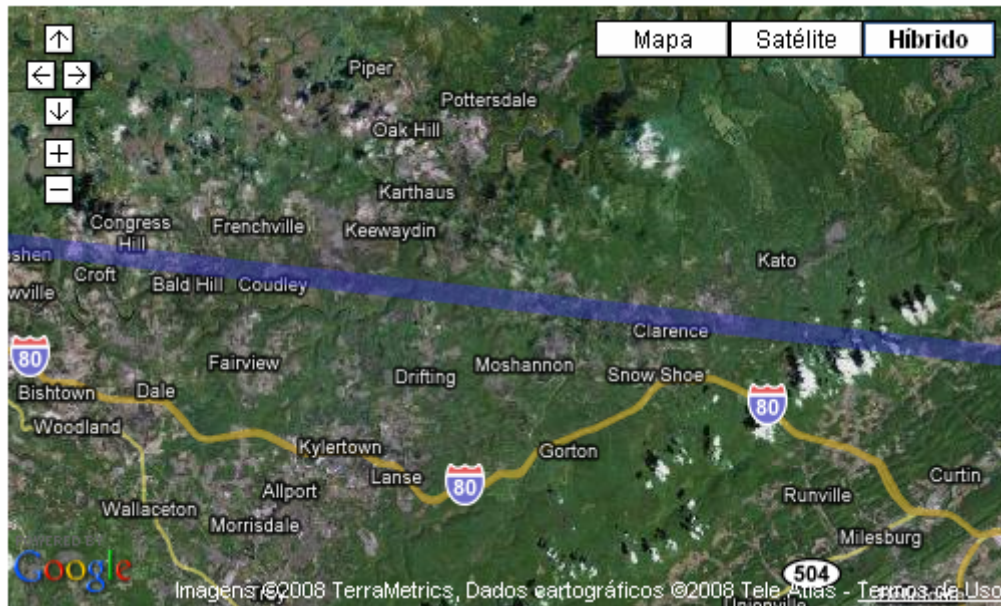


Figura 4.24 – Google maps API imagem com o uso de linhas para definir trajetos.

A configuração dos ecrãs é da inteira responsabilidade de quem utiliza a API, mas um vasto leque de funções é colocada ao dispor de qualquer interessado nesta API.

Para além de facilitar a percepção do posicionamento de um paciente, a API fornece um ambiente mais agradável e esteticamente interessante a toda a aplicação de visualização e monitorização remota de pacientes.

4.3.2.2 Gráficos API

Foi utilizada uma API, “wz jsgraphics”, para a criação de gráficos baseada em javascript. Esta API baseia-se em bibliotecas de javascript, interligando funções de desenho com tratamento de *arrays* e vectores, de modo a receber dados em vector e resultar em gráficos de diversas formas.

Para este projecto foram utilizados gráficos de linha, uma vez que é o que se melhor enquadra com os dados a demonstrar.



Figura 4.25 – Gráfico API, exemplo de duas medições e a respectiva representação gráfica.

Como mostra a figura 4.25, optou-se por definir os gráficos de linhas, e a escala varia consoante os dados obtidos. As cores das linhas também foram definidas, sendo que um dos valores é o valor de referência de modo a facilitar a análise do gráfico.

5. Avaliação de Resultados

Neste projecto o grande desafio em matéria de resultados consistia em manter a integridade dos mesmos e permitir que estes fossem tratados de forma coerente e correcta.

Tratando-se de uma interface entre o hardware de obtenção de dados e o utilizador final, o projecto assenta na apresentação de resultados, análise e visualização de todos os dados necessários a uma boa monitorização em tempo real e, nessa óptica, pode-se concluir que os resultados obtidos estão dentro do esperado. O sistema efectua a leitura dos ficheiros recebidos por parte do hardware de monitorização, carregando na base de dados do sistema todas as medições obtidas para cada utilizador.

As tabelas apresentam valores coerentes, os gráficos obtidos estão dentro dos valores esperados e o posicionamento geográfico é o espectável uma vez que o comportamento dos pacientes utilizado foi programado.

Não existindo componente de monitorização exterior no equipamento que efectua as medições não é possível concluir que os resultados em ambiente exterior sejam tão coerentes como os resultados em ambiente interior contudo, considerando que a informação recebida estaria dentro dos valores esperados, o tratamento dos dados será feito da mesma forma podendo assim considerar que o comportamento do sistema de visualização criado permitiria a apresentação correcta dos valores recebidos quer em sistema interior quer exterior.

6. Conclusões e Perspectivas Futuras

6.1 Conclusões

A elaboração deste projecto permitiu consolidar conhecimentos de aplicações Web e utiliza-los para fins médicos como era o caso deste sistema de monitorização. Manter um sistema sempre actualizado e a funcionar em tempo real através da internet é um desafio bastante grande. Uma vez que o hardware apenas enviava dados por intervalos de tempo, a melhor aproximação a um sistema de tempo real que se obteve foi, obrigar o sistema a “procurar” na sua pasta de ftp se já existiam dados actualizados e se sim carregá-los na base de dados de forma a actualizar os dados que apareciam no ecrã. O sistema montado permitiu assim, consoante o login efectuado, manter os dados actualizados e proporcionar ao utilizador a capacidade de consultar os dados de um ou mais pacientes sempre que desejado.

O conceito WEB implementado neste projecto mostrou ser uma boa solução uma vez que assim em qualquer local com um acesso à internet é possível aceder à aplicação e monitorizar o paciente. A crescente popularidade do uso de PDA's e com a introdução de telefones que são autênticos computadores portáteis como o iPhone, o acesso a dados via internet passa a ser uma peça fundamental de um sistema de monitorização uma vez que permite o mediante a respectiva validação e autenticação de utilizadores a dados armazenados.

6.2 Perspectivas Futuras

Como trabalho futuro para este projecto seria implementar uma funcionalidade de extracção detalhada de relatórios de medições, com interface de criação de gráficos de medições e resultados.

Por outro lado, e uma vez que o sistema possui uma base de dados com todos os comportamentos de cada paciente, seria interessante implementar um sistema de auto aprendizagem, de modo a prevenir algumas situações complicadas após a análise de situações já passadas com outros pacientes, verificando padrões de comportamento e resultados.

Acrescentar elementos de leitura e funcionalidades de alarme mais dinâmicas será certamente um desafio como uma funcionalidade bastante útil ao utilizador.

Acreditando que este sistema vingasse no mercado, o próximo passo seria migrar o sistema para ASP.NET e consequente migração da base de dados também para SQL, de modo a usufruir da mais recente tecnologia capaz de dar resposta às necessidades do mercado. Seria também possível utilizar outras linguagens de código livre contudo esta migração implicará alterações estruturais ao sistema implementado.

7. Referências

- (Alert, 2008) - *Página da empresa Alert, última consulta Setembro 2008*
URL: www.alert.pt
- (Aurani, 1996) – “A utilização do conceito de temperatura por Boltzmann no início de suas investigações sobre a 2ª Lei da Termodinâmica (1866)” ; Autor: Katya M. Aurani, 1996
- (CommTechWireless, 2008) - *Página da empresa CommTech, última consulta Agosto 2008*
URL: www.commtechwireless.com
- (Flanagan, 2006) – “JavaScript: The Definitive Guide, Fifth Edition” ; Autores : David Flanagan, 2006
- (Grisa, 2008) – “Sensores de Temperatura” ; Autor: Elaine Grisa, Evandro Suzin, Rafael Feier, 2008
- (Heart, 2008) – *Heart Rhythm Problems, última consulta Julho 2008*
URL: www.abouthf.org/module10/default.htm
- (Heferito, 2008) – *VBScript e JavaScript, última consulta Agosto 2008*
URL: www.heferito.com/javascriptVSvbscript.asp
- (Hemerly, 2008) – “Caracterização de sensor inercial e aplicação em barco autónomo” ; Autores: José Maria Cipriano Torres, Elder Moreira Hemerly, 2008
- (Internet, 2008) – *História da Internet, última consulta Agosto 2008*
URL: www.isoc.org/internet/history/brief.shtml
- (Lee, 2005) – “Biomedical Telemedicine” ; Autores: Jeffrey Lee, Sanjeev Oghra, 2005
- (Luckmann, 1998) – “Enfermagem Fundamental” ; Autores: Sorensen , Luckmann, 1998
- (Maps, 2008) – *Google Maps, última consulta Agosto 2008*
URL: maps.google.com
- (Medical, 2008) – *Medical Software Solutions, última consulta Agosto 2008*
URL: www.medical-software-solutions.com
- (Patsko, 2006) – “Tutorial – Aplicações, funcionamento e utilização de sensores” ; Autor: Luís Fernando Patsko, 2006
- (Schools, 2008) – *Linguagens de Programação, última consulta Agosto 2008*
URL: www.w3schools.com

(SMDFVH, 2006) – Relatório Projecto Final SMDFVH ; Autores: Ana Fachada, Inês Roque, 2006

(VitelNet, 2008) - Página da empresa VitelNet, última consulta Agosto 2008

URL: www.vitelnet.com

(Ydreams, 2008) - Página da empresa Ydreams, última consulta Setembro 2008

URL: www.ydreams.com

8. Anexos

- *Manual do utilizador*

1. Introdução

O sistema de monitorização é um software que se encontra instalado num servidor onde é recebida toda a informação de todos os pacientes que possuam o hardware de monitorização. No servidor são colocados os ficheiros de dados criados pelo sistema local que por sua vez os descarrega sempre que possível para o servidor, para que estejam disponíveis a serem lidos pela aplicação.

2. Requisitos do Sistema

Uma das vantagens deste software é estar alojado num servidor, sendo por isso apenas necessário um Computador com ligação à internet.

3. Aplicação

O acesso geral à aplicação poderá ser feito através de um endereço ainda por definir que poderá ser <http://www.lsm.com>. Uma vez que ainda se trata de um sistema experimental não foi criado nenhum domínio nem alojamento para este sistema sendo utilizado um computador com ligação à internet para simular o funcionamento de servidor.



Figura A1. Página principal LSM

3.1 Efectuar Registo

Existem 2 tipos de utilizador deste sistema, os utilizadores **particulares** e os **colectivos**.

O registo de utilizador é semelhante para os dois tipos de utilizador possíveis sendo que na opção de “tipo de utilizador” é feita a distinção entre utilizador particular ou colectivo.

http://www.lsm.pt

Contactos
Login

Username:

Password:

Confirme Password:

Codigo Registo:

Tipo:

Admin Responsavel:

Avançar

Web site and all contents © Copyright Ricardo Pereira 2008, All rights reserved.
Faculdade Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa

Figura A2. Página de registo de utilizador

Utilizador Particular:

Username:

Password:

Confirme Password:

Codigo Registo:

Tipo:

Admin Responsavel:

Avançar

Figura A3. Detalhe página registo utilizador

No registo de utilizador particular este deverá preencher todos os campos à excepção do “Admin Responsável” que não é um campo obrigatório. Caso algum destes campos não esteja devidamente preenchido não será possível prosseguir com o registo e mensagens de erro indicativas do mesmo aparecerão no ecrã.

No campo “Tipo” este terá o valor “normal” e existe a possibilidade de associar este utilizador a um administrador, alguém que monitoriza diversos pacientes.

Utilizador Colectivo

O registo é semelhante ao de um utilizador particular contudo o campo de código de registo deixa de ser necessário e não terá nenhum administrador responsável por ele. Novamente terá que preencher o campo de Username, a Password e o tipo de utilizador será o “Admin”.

3.2 Autenticação

The image shows a web browser window displaying the login page for 'Life Support Monitoring'. The header features a logo on the left, the text 'Life Support Monitoring' and the URL 'http://www.lsm.pt' in the center, and a decorative image of a globe on the right. A left sidebar contains a 'Menu' button and a 'Contactos' link. The main content area has a 'Username:' label next to a text input field, a 'Password:' label next to another text input field, and an 'Entrar' button below them. At the bottom of the page, a small copyright notice reads: 'Web site and all contents © Copyright Ricardo Pereira 2008, All rights reserved. Faculdade Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa'.

Figura A4. Página de Autenticação

Na página de autenticação é necessário colocar os campos de Username e a respectiva Password. Caso se trate de um utilizador particular, após o login o fluxo de páginas será

específico para este tipo de utilizador, se for um utilizador colectivo o fluxo de páginas será diferente contudo o módulo de entrada é comum a ambas opções. Se o username ou a password inseridos não forem válidos aparecerá uma indicação relativa a este acontecimento.

Username:

Password:

UserName or Password Invalid

Figura A5. Falha na autenticação

3.2.1 Autenticação de Utilizador Particular

The figure displays three screenshots of the Life Support Monitoring (LSM) web application interface.

Top Screenshot (Login Page): The page header includes the LSM logo and URL (http://www.lsm.pt). A sidebar on the left contains links for 'Informação Pessoal', 'Medições', 'Contactos', and 'Logout'. The main content area features a welcome message: 'Bem vindo ao LSM, a aplicação web que permite monitorizar pessoas e os seus sinais vitais em qualquer parte do mundo com cobertura GPS. Este sistema, baseado em protótipos similares tem como principal objectivo manter um sistema 24 horas a vigiar um paciente de modo a registar os seus dados vitais e reagir atempadamente a qualquer problema que possa surgir e que seja detectável. Pretende-se registar dados como a temperatura, a pulsação entre outros e também a sua posição geográfica.' Below this is a satellite image and a 'Login paciente: Ricardo Pereira' button. A section titled 'Uma boa análise destes dados poderá lançar alertas, envio de apoio médico, em socorro do paciente em tempo útil, reduzindo assim o tempo de resposta a situações críticas. Conjugando os sinais vitais é uma forma de perceber se uma variação de um determinado sinal é algo normal ou se resulta de algum problema físico.' shows vital signs: 76 (heart rate), 120 (blood pressure), and 98 (oxygen saturation). A final paragraph states: 'Um dos problemas mais graves nesta análise é a distinção entre situações de alarme real e de falso alarme. Uma variação de um sinal pode resultar de uma situação pontual ou de um simples erro de leitura momentâneo que poderá originar uma situação técnica de alarme. Para reduzir este erro são registados mais elementos bem como elementos exteriores.'

Bottom-Left Screenshot (Personal Data Form): The 'Dados Pessoais' form for Ricardo Pereira includes fields for Name, Address (Rua Diogo de Macedo nº 4), Locality (Amora), Date of Birth (17/11/1983), Sex (Masculino), Fixed Phone (212222222), and Mobile Phone (963150730). A 'Dados Clínicos' button is at the bottom.

Bottom-Right Screenshot (Clinical Data Form): The 'Dados Clínicos' form displays vital signs: Tipo de Sangue (O+), Pressão Arterial Sistólica (70), Pressão Arterial Diastólica (120), and Pulsação Cardíaca Média (80). It also includes sections for 'Historial Clínico' and 'Observações' with text boxes for medical history and notes.

Figura A6. Páginas acessíveis após login por utilizador particular

O login de um utilizador particular possibilita um conjunto de funcionalidades associadas a um paciente que aparecem no menu à esquerda da imagem. É possível consultar os dados pessoais e médicos e verificar todas as medições efectuadas.

3.2.2 Autenticação Utilizador Colectivo

The screenshot displays a web application interface for collective user authentication. On the left, a sidebar contains navigation links: 'Contactos', 'Localização GPS', and 'Logout'. Below these, a section titled 'Estado Pacientes' shows a summary: 'Normal: 4', 'Perigo: 1' (indicated by a red circle), and 'Alarme: 1'. The main content area, titled 'Records 1 to 3 of 6', lists three patients with their respective vital signs and status. Each patient entry includes a profile picture, name, and a set of buttons for 'Medições' and 'Actualizar Medições'.

Paciente	Número de Batimentos	Temperatura	Movimento	Humidade	Ultima Medição	Estado
Ana Rita	21	37	ALTA	NORM	10:10:40 - 01-07-2008	NORMAL
maria joao	1	35	ALTA	NORM	11:10:55 - 02-07-2008	PERIGO
Ricardo Pereira	24	35	ALTA	NORM	10:12:55 - 07-07-2008	ALARME

Figura A7. Página de entrada para utilizador colectivo

Após a autenticação a primeira página será a geral com a lista de pacientes a ele alocados. Cada paciente mostra um quadro resumo e é possível aceder á página pessoal de cada um deles através do botão de “medições” e caso se pretenda forçar a actualização de dados deste paciente é possível através do botão de actualização de medições.

À esquerda encontra-se um quadro resumo do estado de todos os pacientes de forma a facilitar a visualização de alarmes.

3.3 Configuração do sistema

O sistema, após feito o registo, inicia-se sem qualquer registo de medições bem como de regras. É necessário adicionar as respectivas regras a cada utilizador criado.

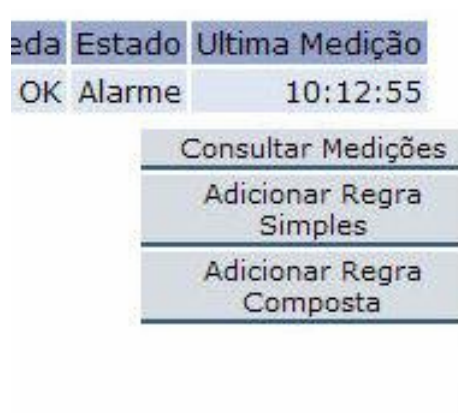


Figura A8. Zona de botões internos na página de medições

Para criar as regras, o utilizador deve ir ao menu de “Medições” e carregar nos botões “Adicionar Regra Simples” e “Adicionar Regra Composta”. Consoante o tipo de regra escolhido aparecerá um menu diferente em modo “pop-up”. Neste modo é possível adicionar a regra e/ou alterar o número limite de alarmes.

LSM - Adicionar Regras Simples - Microsoft Internet Explorer

http://192.168.1.65:10000/RegraSimples.asp

Regras Simples:

Elemento: Pulsacao

Operador: >

Valor:

Alarme: Ok

Inserir Regra Fechar

Limite de alarmes: 5

Inserir Limite

Web site and all contents © Copyright Ricardo Pereira 2008, All rights reserved.
Faculdade Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa

Apagar	Parametro	Valor	Parametro	Valor	Esperado	Resultado
	Temperatura	>	30		Ok	Ok
	Pulsacao	>	45		Ok	Ok

Figura A9. Pop-Up de inserção de regra simples

LSM - Adicionar Regras Compostas - Microsoft Internet Explorer

http://192.168.1.65:10000/RegraCompostas.asp

Regras Compostas:

Elemento: Pulsacao

Operador: >

Valor:

Condição: E

Elemento: Pulsacao

Operador: >

Valor:

Alarme: Ok

Inserir Regra Fechar

Limite de alarmes:

Inserir Limite

Web site and all contents © Copyright Ricardo Pereira 2008, All rights reserved.
Faculdade Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa

Figura A10. Pop-Up de inserção de regra composta

Os valores criados são da inteira responsabilidade de quem os insere bem como o tipo de alarme pretendido pelo que todas as regras criadas deverão ser bem revistas por especialistas.

3.4 Consulta de Medições

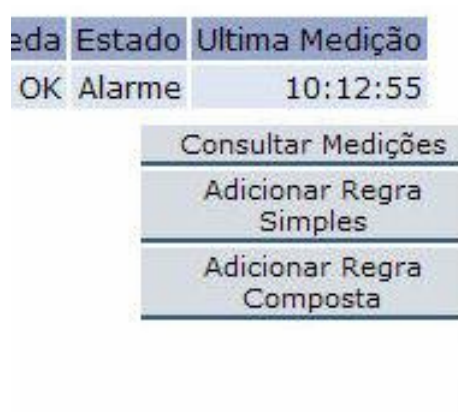


Figura A11. Zona de botões internos na página de medições

A consulta de medições poderá ser feita através do botão “Consultar Medições” que direcciona para uma página de tabelas e gráficos.

A imagem mostra a interface de consulta de medições do sistema Life Support Monitoring. No topo, há o logótipo e o endereço 'http://www.lsm.pt'. À esquerda, há um menu com as opções 'Informação Pessoal', 'Medições', 'Contactos' e 'Logout'. O conteúdo principal é uma tabela com os seguintes dados:

HoraInicio	Data	Nº de Bat.	Temperatura	Movimento	Humidade	Estado	Temp. Amb.
10:10:10	30-06-2008	20	36,5	ALTA	NORM	ALARME	27
10:12:40	07-07-2008	24	35	ALTA	NORM	ALARME	29
10:12:25	07-07-2008	11	36	ALTA	NORM	OK	29
10:12:10	07-07-2008	12	37	ALTA	NORM	OK	30
10:11:55	07-07-2008	13	37	ALTA	NORM	ALARME	29
10:11:40	07-07-2008	12	36	ALTA	NORM	OK	29
10:11:25	07-07-2008	12	36	ALTA	NORM	ALARME	24
10:11:10	07-07-2008	21	36	ALTA	NORM	ALARME	24
10:10:55	07-07-2008	21	36	ALTA	NORM	ALARME	24
10:10:40	07-07-2008	19	36	ALTA	NORM	ALARME	24

Abaixo da tabela, há botões para 'Próximo' e 'Ultimo'. Na base da página, há campos para 'Data Inicio:' e 'Data Fim:' com exemplos '(ex: 10-10-2000)', e um botão 'Pesquisar Dados'.

Figura A12. Tabela de valores obtidos na página de consulta de medições

A tabela na figura A12 mostra um histórico de medições de um utilizador. Existe a possibilidade de ser feita uma pesquisa por data.

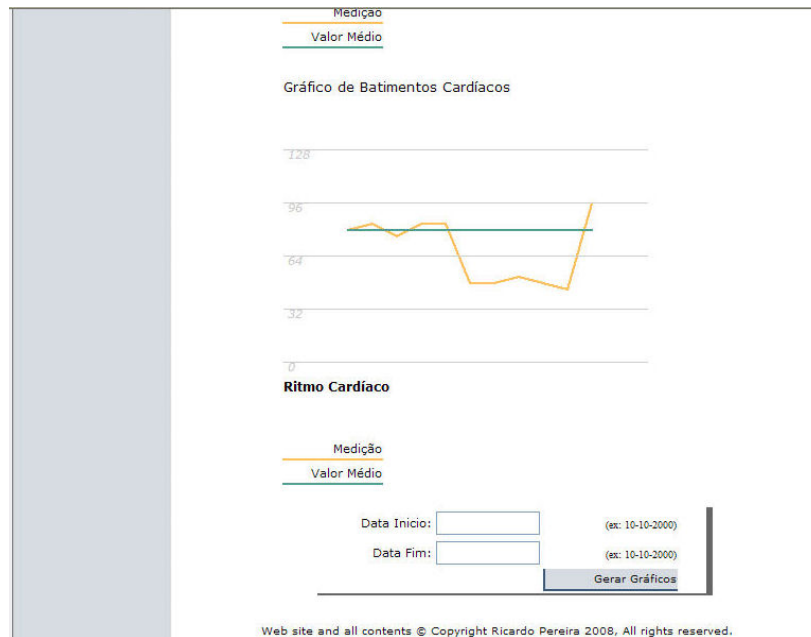


Figura 13. Gráfico de valores obtidos na página de consulta de medições

Na mesma página mais abaixo estão disponíveis dois gráficos de comparação entre as medições obtidas e valores de referência. Existe a possibilidade de gerar os gráficos através de intervalos de datas.

3.5 Posição e Percurso

3.5.1 Via Utilizador Particular

Uma das funcionalidades disponíveis nesta aplicação é a possibilidade de verificar a última posição registada pelo programa.

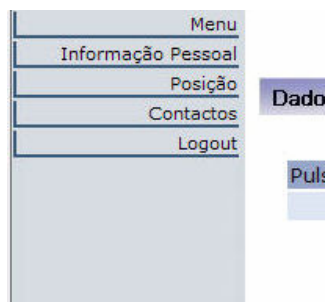


Figura A13. Zona de botões na página principal após autenticação via utilizador particular

Através do menu principal é possível aceder à posição do paciente resultando numa pagina descrita na figura A14.

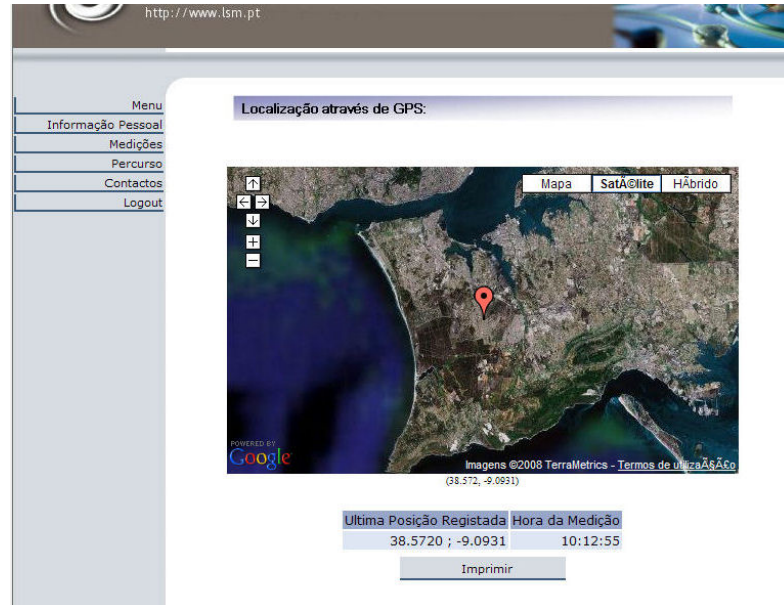


Figura A14. Ecrã de localização de paciente através de coordenadas GPS

Para além da possibilidade de se verificar a última posição registada é possível também ver o percurso efectuado pelo paciente.

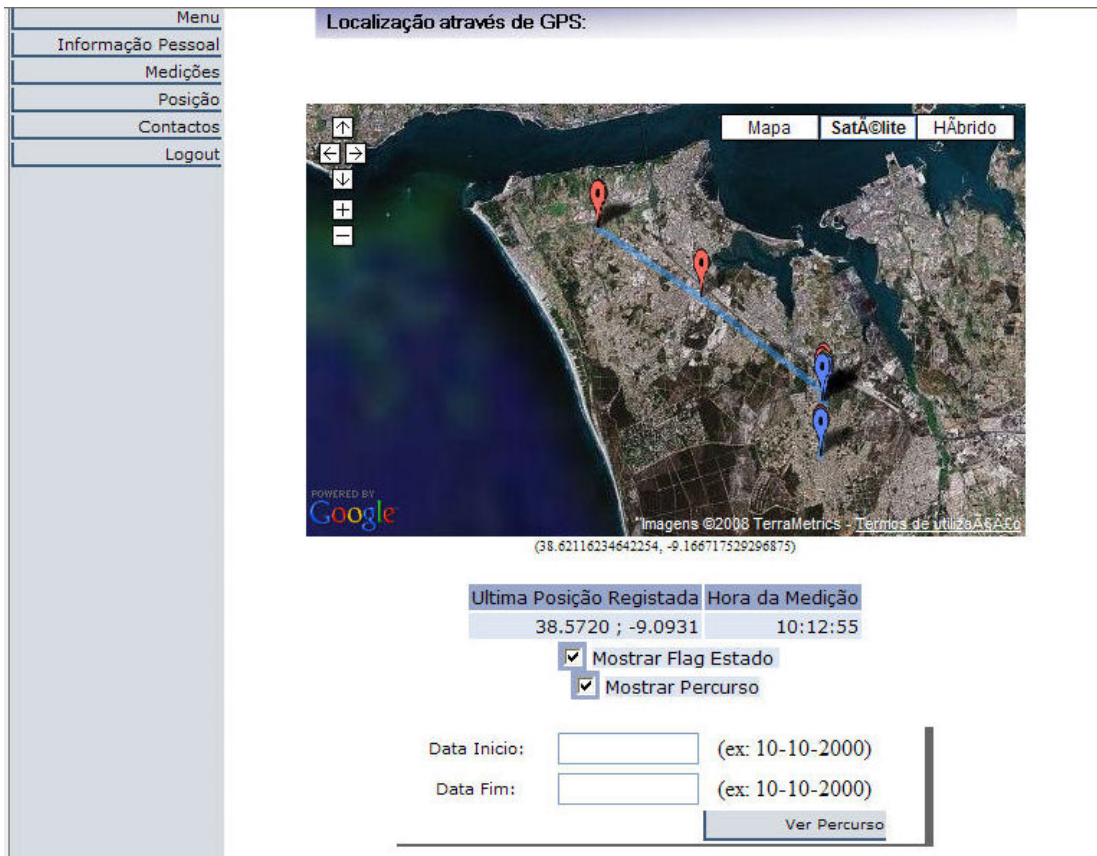


Figura A15. Ecrã de percurso

Existe a possibilidade de se colocar no mapa o trajecto e os indicadores de estado que indicam em que estado de alarme se encontrava o paciente. Sendo que o azul indica que tudo está bem, amarelo indica Perigo e vermelho indica Alarme. O programa possibilita também uma pesquisa por data.

3.5.1 Via Utilizador Colectivo

O utilizador colectivo tem a possibilidade de juntar num só mapa todos os pacientes que monitoriza.

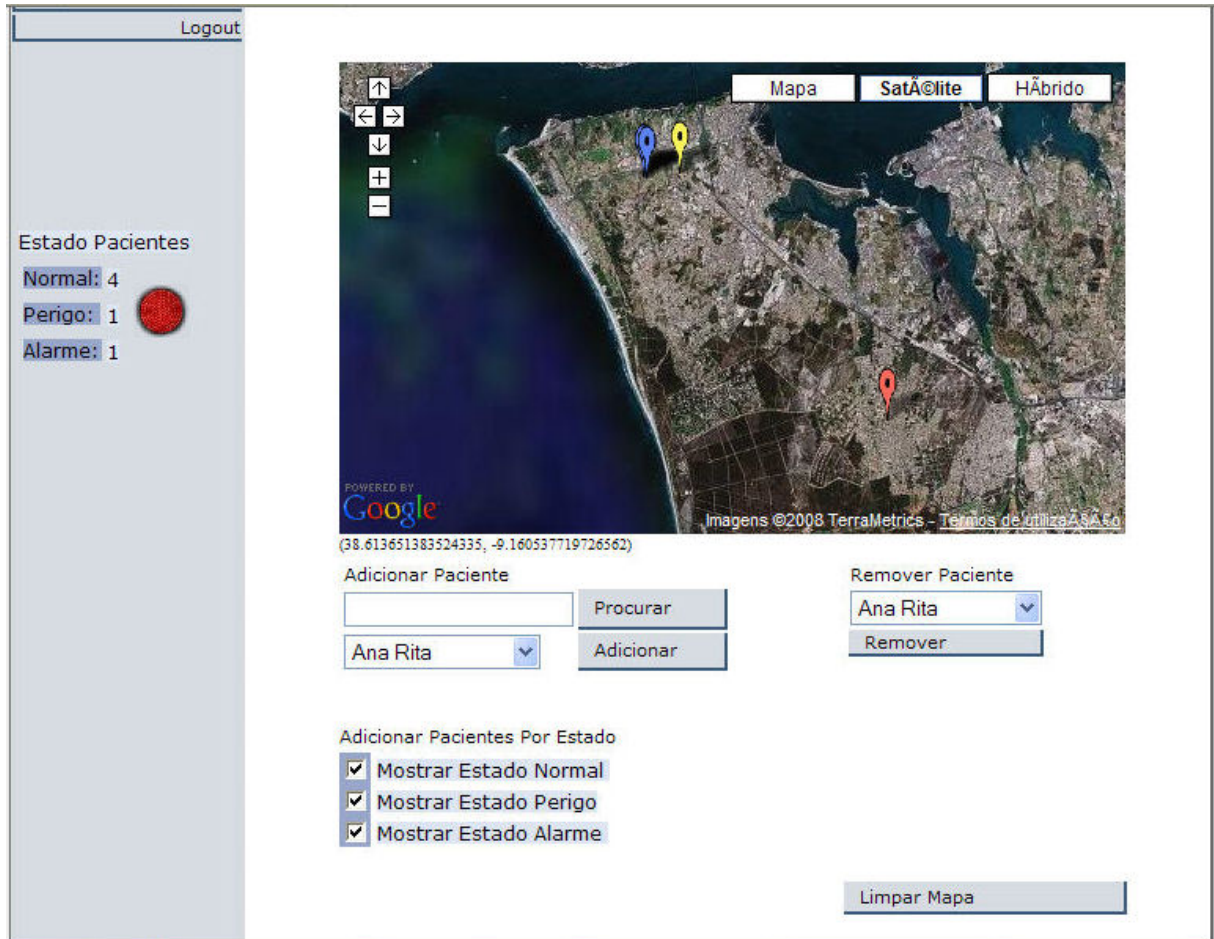


Figura A16. Página de localização de pacientes para utilizador colectivo.

A localização de cada paciente pode ser feita através do menu de Localização GPS. Neste ecrã é possível identificar cada um dos pacientes, sendo possível pesquisar pelo nome através do botão procurar, que por sua vez coloca na lista de modo a ser possível adicionar ao mapa. Após inserção no mapa é possível remover os pacientes seleccionados.

Outra possibilidade neste ecrã é o de colocação de pacientes no mapa pelo seu estado de saúde.

Para remover todos os pacientes voltando à posição inicial basta carregar no botão “Limpar Mapa”.